ACADÉMIE DES SCIENCES.

SÉANCE DU LUNDI 9 MAI 1949.

PRÉSIDENCE DE M. CHARLES JACOB.

MÉMOIRES ET COMMUNICATIONS

DES MEMBRES ET DES CORRESPONDANTS DE L'ACADÉMIE.

M. le **Président** souhaite la bienvenue à MM. **Théodore de Kármán**, Correspondant de l'Académie, et **Constantin Regel**, Directeur du Jardin botanique de Kaunas, qui assistent à la séance.

CHIMIE ALIMENTAIRE. — *Sur la teneur du vin en rubidium.* Note de MM. **Gabriel Bertrand** et **Didier Bertrand**.

La présence constante du rubidium à côté du sodium et du potassium dans les espèces végétales et animales étant aujourd'hui largement démontrée, il était logique de penser que le vin, si abondamment consommé dans certains pays et en particulier dans le nôtre, pouvait être une source importante d'introduction du rubidium dans l'organisme de l'homme. C'est pourquoi nous avons entrepris la recherche dont nous donnons ici les résultats.

Avec le bienveillant concours de MM. Albert Demolon, inspecteur général de l'Agriculture, Genevois, professeur à l'Université de Bordeaux, Boischot, directeur à la Station centrale d'Agronomie de Versailles, Brémond, professeur à l'Institut agricole d'Algérie, Bordas, directeur de la Station de Recherches agronomiques d'Avignon, Ferré, directeur de la Station œnologique de Bône, Engel, chargé du cours d'œnologie à la Faculté des Sciences de Dijon, etc., nous avons réuni une série d'échantillons de vins purs et d'origines certaines, que nous avons analysés. Après quelques essais préliminaires, la technique suivante a été adoptée : 40^{cm^3} de vin ont été évaporés à sec au bain-marie dans une capsule de platine, puis la capsule a été portée dans un four à moufle chauffé électriquement à une température proche du rouge naissant. Les cendres ont été traitées ensuite, comme nous l'avons fait jusqu'ici lorsqu'il s'agissait de cendres végétales, de manière à isoler l'ensemble des métaux alcalins à l'état de chlorures et, finalement, nous avons passé 10^{mg} de ce mélange desséché au

spectrographe de Féry. La lecture du spectrogramme étant faite à l'électrophotomètre enregistreur de Sannié.

Nous avons obtenu les résultats suivants, rapportés au litre de vin. Les noms des vins blancs, rouges et rosés sont précédés des indices (Bl.), (Rg.) et (Ros.).

Tableau.

Noms des vins.	Cendres (g).	K (g).	Na (g).	Rb (mg.)
(Rg) Pauillac (Médoc) 1947	2,59	1,21	0,011	1,28
(Rg) Château Canon (St-Émilion) 1947	2,09	0,89	0,014	0,97
(Rg) Cru des Conseillans (Haux) (Gironde) 1944	1,7	0,80	0,090	0,84
(Bl) Clos de Vougeot (Bourgogne) 1944	1,8	1,12	0,006	0,35
(Bl) » 1946	2,54	0,76	0,008	0,22
(Rg) Volnay (Beaune) 1947 (terrain calcaire)	1,89	0,90	0,004	0,87
(Rg) Beaujolais 1947 (terrain granitique)	2,52	1,26	0,005	1,35
(Rg) Chiroubles (Rhône) 1933	1,71	0.79	0,009	,29
(Rg) Châteauneuf-du-Pape (Côtes du Rhône) 1947 (terrain à cailloux roulés)	2,04	0,87	0,065	0,89
(Bl) Châteauneuf-du-Pape (Côtes du Rhône) 1947	1,66	0,66	0,010	0,55
(Rg) Aramon de plaine (environs d'Avignon)	2,23	1,13	0,011	4,16
(Bl) Champagne brut 1948	2,01	0,715	0,047	0,38
(Bl) Champagne champagnisé 1948	1,62	0,625	0,049	0,28
(Bl) Cru de la Grée (Anjou) 1947	1,24	0,47	0,011	1,00
(Bl) Cru les Fougerays (Anjou) 1947	1,48	0,52	0,010	0,70
(Bl) Cru la Rousselle (Anjou) 1947	1,07	0,39	0,014	0,29
(Bl) Cru Sicot (Anjou) 1947	1,46	0,69	0,011	0,38
(Bl) Gaillac (Tarn) 1947	2,69	1,13	0,025	1,94
(Ros) Tavel-Château Manissy (Gard) 1935	2,02	0,97	0,022	1,97
(Rg) Miliana (Alger) 1946 (éboulis argilo-calcaire)	1,79	0,80	0,022	1,00
(Ros) Ain-El-Hadjar (Mascara) (Oran) 1946 (sol silico-calcaire)	1,88	0,90	0,012	0,54
(Rg) Médéa (Alger) 1946 (coteaux argileux)	–	1,08	0,015	1,81

D'après ces résultats on voit que :

les *Vins blancs* contiennent en général moins de 1^{mg} de rubidium par litre : trouvé de 0,22 à 1^{mg} dans neuf vins sur dix, soit en moyenne $0^{mg},46$ et, en tenant compte de la teneur exceptionnelle du vin de Gaillac, $0^{mg},61$;

les *Vins rouges* renferment ordinairement deux à trois fois plus de rubidium que les vins blancs : trouvé comme moyenne de dix vins sur onze, $1^{mg},15$ et, en tenant compte de la teneur exceptionnelle du vin d'Aramon, $1^{mg},41$;

les *Vins rosés* semblent se rapprocher des vins rouges par leur teneur en rubidium. Il n'en a été analysé que deux échantillons; l'un renfermait $0^{mg},54$ et l'autre $1^{mg},87$ du métal alcalin.

MICROBIOLOGIE. — *La frontière entre virus et bactéries ne saurait être basée sur des caractères de taille, mais fondée seulement sur des données physiologiques.* Note (*) de MM. **André Boivin**, **Jacques Callot**, **Robert Tulasne** et **Roger Vendrely**.

Une conception particulière de la nature biologique des virus, due à Green, à Burnet, etc., a été défendue par l'un de nous, depuis plus de dix ans, non sans avoir soulevé quelquefois, chez nous, les railleries des microbiologistes attachés aux idées traditionnelles. Elle tend maintenant à devenir banale, surtout à l'étranger. Les virus représenteraient l'ultime terme d'une dégradation parasitaire, à partir d'ancêtres (au sens paléontologique du terme) qui, initialement, auraient mené une vie libre ou facultativement parasitaire, d'êtres de l'ordre de nos bactéries saprophytes et pathogènes. Cette adaptation aurait été marquée par une perte totale (ou quasi totale) de cet équipement enzymatique très complexe sans lequel on ne saurait concevoir une vie libre, puisqu'il conditionne les transformations de la matière ambiante préparatoires à son assimilation et la production *d'énergie libre* au cours des réactions de fermentation et d'oxydation respiratoire, énergie qui se trouve aussitôt utilisée par les travaux de synthèse chimique nécessités par la multiplication *conforme*. Le parasitisme obligatoire dans des cellules vivantes, animales, végétales ou bactériennes, en aurait résulté, pour que les virus, simples centres directeurs de synthèses faites avec une matière et de l'énergie étrangères, puissent encore se multiplier. Les virus se borneraient ainsi à dévier, au profit de leur seule multiplication, une partie de l'activité chimique de ces cellules, dont le but était tout autre. Et la taille n'intervient en rien dans la question. Le problème se retrouve le même des plus petits virus, dont la taille descend un peu au-dessous de $10^{m\mu}$, aux plus gros, dont la taille atteint et même dépasse 500 à $1\,000^{m\mu}$ avec les rickettsies. Peu importe que ces parasites soient invisibles au microscope optique, parce que leurs dimensions tombent au-dessous du pouvoir séparateur des meilleurs instruments et qu'ils soient alors justiciables du seul microscope électronique, ou qu'ils deviennent nettement visibles au microscope optique, parce que leurs dimensions dépassent le pouvoir séparateur des instruments (de 200 à $300^{m\mu}$). Le parasitisme obligatoire apporte ici le critère fondamental, le seul utilisable.

Descendons maintenant l'échelle des tailles bactériennes. Partons des formes géantes ayant quelques μ de large et des centaines de μ de long, comme ces bactéries autotrophes photosynthétisantes à chlorophylle et ces bactéries autotrophes chimiosynthétisantes métabolisant du soufre, pour arriver aux parasites et aux saprophytes de taille usuelle et finalement aux germes minus-

(*) Séance du 2 mai 1949.

cules comme les *Brucella*. Au delà, on entre dans le domaine des formes submicroscopiques et filtrables. On rencontre tout d'abord ces curieux saprophytes découverts dans les eaux et le sol par Barnard et Elford. Viennent ensuite l'agent responsable de la pleuropneumonie des Bovidés et tous les germes qui lui sont apparentés : *Streptobacillus moniliformis*, *Bacteroides funduliformis*. Ces deux derniers germes pathogènes montrent le passage, dans les deux sens, des formes submicroscopiques à des formes filamenteuses banales (Klieneberger-Nobel, Dienes). La même situation se retrouve (Dienes) avec quelques germes spontanément capables de donner des *boules :* certaines souches d'*Hæmophilus influenzæ* et certaines souches d'*Escherichia coli*. Enfin, l'un d'entre nous vient de montrer comment, avec un germe de caractère aussi banal qu'un *Proteus*, cultivé en présence de pénicilline, il est possible d'obtenir des formes submicroscopiques à petites colonies, avec possibilité de passage, dans les deux sens, de ces formes naines aux filaments usuels. Les formes naines en question représentent des bactéries presque réduites à leur noyau ($0^{\mu},2$). Or tous ces microorganismes, qu'ils soient saprophytes ou pathogènes, visibles ou submicroscopiques, peuvent toujours se multiplier en dehors de toute cellule vivante. Il arrive que leurs exigences biochimiques soient très grandes et que les colonies obtenues soient de toute petite taille; mais en y mettant le prix, on parvient toujours à réaliser avec eux des cultures en série. Un équipement enzymatique complexe est donc présent, qui seul rend possible cette vie libre.

Ainsi, si l'on veut faire œuvre de classification naturelle des microorganismes, la grande coupure doit être basée sur des caractères physiologiques et ne tenir aucun compte des questions de taille. De la sorte s'opposent les virus (virus proprement dits et rickettsies), toujours obligatoirement parasites, et les bactéries, toujours susceptibles de mener une vie libre. La nature actuelle n'a encore rien révélé qui puisse s'intercaler, à titre d'intermédiaire, entre bactéries et virus. Notons que l'isolement mutuel des virus et des bactéries n'a rien de spécial à ces microorganismes, les autres grands groupes d'êtres vivants se comportant plus ou moins de même entre eux.

M. **Gaston Fayet** fait hommage d'un Mémoire : *Contribution à l'étude des proximités d'orbites dans le système solaire*, qu'il vient de publier dans les *Annales du Bureau des Longitudes*.

M. **Pierre Chevenard** fait hommage d'un Ouvrage de M. E. Eyt intitulé : *Les laitiers métallurgiques et leurs réactions*, dont il a écrit la *Préface*.

M. **Raymond Cornubert** adresse à l'Académie deux Ouvrages qu'il vient de publier : 1° *Dérivés fonctionnels du groupe du norcamphane;* 2° *Sesquiterpènes*, ce dernier avec la collaboration de Pierre Anziani, Mlle Claudon, A. Aubry et J. Golé.

M. **Ernest Gäumann** fait hommage d'un Mémoire intitulé : *Der Einfluss der Meereshöhe auf die Dauerhaftigkeit des Lärchenholzes* et d'une Note : *Ueber das Problem der Welkekrankheiten bei Pflanzen.*

COMMISSIONS.

Par la majorité des suffrages, MM. **Jacques Hadamard**, **Émile Borel**, pour la Division des Sciences mathématiques, **Maurice Caullery**, **Louis Blaringhem**, pour la Division des Sciences physiques, **Maurice de Broglie**, **Justin Jolly**, pour la Section des Académiciens libres, sont élus Membres de la Commission qui, sous la présidence de M. le Président de l'Académie, dressera une liste de candidats à la place d'Académicien libre vacante par le décès de M. *Gustave Roussy*.

DÉSIGNATIONS.

Le Président du **Comité d'organisation** annonce qu'une **Exposition de l'Électricité** aura lieu à Toulouse, du 21 mai au 6 juin 1949, et invite l'Académie à se faire représenter aux cérémonies qui auront lieu à cette occasion. MM. **Charles Camichel** et **Gaston Dupouy** sont désignés.

CORRESPONDANCE.

M. le **Ministre de la France d'Outre-Mer** demande l'avis de l'Académie, au sujet d'une candidature à la place d'Assistant de l'Institut Océanographique de l'Indochine et remet un dossier sur les titres de ce candidat.

(Renvoi à la Commission de l'Indochine.)

M. le Directeur de l'**Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture** (**UNESCO**), rappelle qu'une Conférence technique internationale pour la protection de la Nature doit se réunir aux États-Unis d'Amérique, du 22 août au 1er septembre 1949, et invite l'Académie à s'y faire représenter.

M. **Marcel Duplouy** adresse des remercîments pour l'encouragement accordé à ses travaux en 1948.

M. le **Secrétaire perpétuel** signale parmi les pièces imprimées de la Correspondance :

1° *Buitenzorg scientific Centre. A description of the scientific Institutions at*

Buitenzorg, with a map, two diagrams and twenty-six illustrations (présenté par M. Chevalier).

2° *Les Chênes. Monographie des genres Quercus et Lithocarpus*, par Mlle AIMÉE CAMUS. Atlas, Tome III, *Genre Quercus, Sous-genre Euquercus* (*Sections Protobalanus et Erythrobalanus*) *et Genre Lithocarpus* (2 Volumes : Planches et explication des planches, présentés par M. Louis Blaringhem).

3° Faune de l'Empire français. XI. *Coléoptères carabiques de la région malgache* (troisième Partie), par M. RENÉ JEANNEL (présenté par M. Fage).

4° *Sur les séries de base de polynomes quelconques*, par J.-M. WHITTAKER, avec la collaboration de C. GATTEGNO (présenté par M. Émile Borel).

ANALYSE MATHÉMATIQUE. — *Sur la répartition des points $e^{\nu i\theta}$*. Note de M. **ANDRÉ REVUZ**, présentée par M. Paul Montel.

Nous supposons que $\theta/2\pi = \omega$ est *irrationnel* et compris entre zéro et 1.

Nous dirons que le point $e^{\nu i\theta}$ (que nous désignerons aussi par $\nu\omega$, $\nu = 0, 1, 2, \ldots$) a ν pour *indice*, $[\nu\omega]$ définie par

$$-\frac{1}{2} < [\nu\omega] < +\frac{1}{2}, \qquad [\nu\omega] \equiv \nu\omega \pmod 1$$

pour *abscisse réduite*, et $d(\nu) = |[\nu\omega]|$ pour *distance*.

$u_0 = 0$, u_1, u_2, $\ldots$, u_n, $\ldots$ avec $u_n \neq 0$ pour $n \geqq 1$ est la suite des quotients incomplets de ω.

$$P_0 = 0, \quad P_1 = 1, \quad \ldots, \quad P_n, \ldots, \quad \text{avec} \quad P_{n+1} = u_{n+1} P_n + P_{n-1},$$
$$Q_0 = 1, \quad Q_1 = u_1, \quad \ldots, \quad Q_n, \ldots, \quad \text{avec} \quad Q_{n+1} = u_{n+1} Q_n + Q_{n-1}$$

sont les suites respectives des numérateurs et des dénominateurs des réduites de ω.

LEMME I. — *Tout nombre entier ν admet une décomposition canonique unique de la forme*

$$\nu = \alpha_0 Q_0 + \alpha_1 Q_1 + \ldots + \alpha_i Q_i + \ldots + \alpha_p Q_p,$$

les nombres entiers α_i vérifiant les conditions

$$\alpha_p \neq 0 \qquad 0 \leqq \alpha_i < u_{i+1} \qquad \text{si} \quad \alpha_{i-1} \neq 0,$$

et aussi pour $i = 0$;

$$0 \leqq \alpha_i \leqq u_{i+1} \qquad \text{si} \quad \alpha_{i-1} = 0.$$

Le plus petit indice r pour lequel $\alpha_r \neq 0$ sera dit le *rang* de ν.

Nous dirons qu'un point tombe entre deux autres lorsque son abscisse réduite est intérieure à l'intervalle délimité par celles des deux autres.

LEMME II. — *Les points de la suite $\{\nu\omega\}$ dont les indices sont inférieurs à Q_{n+2} et qui tombent entre $Q_n\omega$ et $Q_{n+2}\omega$ ($n \geqq 2$), ont pour indices les nombres $Q_n + \alpha Q_{n+1}$ avec $0 < \alpha < u_{n+2}$.*

Lemme III. — *Soit E un ensemble fini de points $\nu\omega$ d'abscisses réduites de même signe, ordonné par la relation $d(\nu) < d(\nu')$ et tel que la différence des indices ν_1 et ν_2 de deux points consécutifs soit un dénominateur de réduite ($\nu_2 - \nu_1 = Q_n$, n peut varier avec le couple considéré et la relation $\nu_1 < \nu_2$ ne préjuge pas de l'ordre des points dans E). Les u_{n+2} plus petits indices de points tombant entre deux tels points consécutifs sont $\nu_1 + \alpha_i Q_{n+1}$ avec $0 < \alpha_i \leqq u_{n+2}$, et l'ensemble obtenu en insérant ces points jouit des mêmes propriétés que E.*

Théorème I. — *La condition nécessaire et suffisante pour que le point $\nu\omega$ tombe entre 0 et $Q_n\omega (n \geqq 2)$ est que ν soit :*

1° *ou bien de rang $n + 2p$, $p > 0$;*

2° *ou bien de rang n, avec $\alpha_n = 1$ et que le premier coefficient suivant non nul soit α_{n+2q+1}, $q \geqq 0$.*

Lemme IV. — *On a pour $n \geqq 1$,*

$$\frac{u_{n+2}}{Q_{n+2}} < d(Q_n) < \frac{1}{Q_{n+1}}.$$

Théorème II. — *Si ν est de rang n et si α_n est le coefficient de Q_n dans la décomposition de ν, on a les inégalités*

$$(\alpha_n - 1)\frac{u_{n+2}}{Q_{n+2}} + \frac{u_{n+3}}{Q_{n+3}} < d(\nu) < \frac{\alpha_n}{Q_{n+1}} + \frac{1}{Q_{n+2}}.$$

Théorème III. — *La condition nécessaire et suffisante pour que la suite $\{\nu_p\omega\}$ tende vers le point 0, ($\nu = 0$), est que le rang de ν_p tende vers l'infini avec p.*

Théorème IV. — *La condition nécessaire et suffisante pour que la suite $\{\nu_p\omega\}$ soit convergente est que. pour tout r, on puisse trouver un entier P, tel que pour $p > P$, tous les nombres ν_p aient les mêmes coefficients $\alpha_i (i < r)$ dans leurs décompositions canoniques.*

THÉORIE DES FONCTIONS. — *Sur la convergence absolue des séries trigonométriques.* Note de M. **Paul Malliavin**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

M. R. Salem a introduit [1] dans l'étude de la convergence absolue des séries trigonométriques les ensembles parfaits symétriques. Un tel ensemble P. est défini par une suite de nombres positifs r_1, r_2, r_p, ..., tels que

$$r_n > \sum_{n+1}^{\infty} r_p.$$

Tout point x de P s'écrit sous la forme.

$$x = \varepsilon_1 r_1 + \varepsilon_n r_n + \ldots \qquad (\varepsilon_n = 0,\ 1). \tag{1}$$

---

[1] *Bulletin of the American mathematical Society*, 1941, p. 821.

Nous nous proposons de démontrer que si la série

$$(2) \qquad \sum_n \rho_n |\sin nx| \qquad (\rho_n > 0)$$

converge sur P, elle converge uniformément sur P.

Soit

$$R(x, n, p) = \sum_n^{n+p} \rho_q |\sin qx|.$$

Dans le plan $O\xi$, $O\eta$ considérons le point μ de coordonnées $1/n$, $1/(n+p)$. Lorsque p et n prennent toutes valeurs entières, μ décrit un ensemble e admettant le point O pour point d'accumulation.

Si l'on pose

$$R(x, n, p) = R(x, \mu) \qquad (\mu \in e)$$

$$(3) \qquad \lim_{\mu \to 0} R(x, \mu) = 0.$$

Suivant un théorème [2] de M. Denjoy, il existe un ensemble fermé, $Q(\varepsilon/2)$ situé et non dense sur P, tel que dans toute portion Π de P, disjointe de $Q(\varepsilon/2)$ il existe un nombre $d(\varepsilon/2, \pi)$ tel que

$$(4) \qquad R(x, \mu) < \varepsilon/2$$

quel que soit $x \in \Pi$ et μ vérifiant $O\mu < d(\varepsilon/2, \pi)$. Soit δ un segment tel que $P.\delta$ soit disjoint de $Q(\varepsilon/2)$; (4) s'écrit

$$(5) \qquad R(x, n, p) < \varepsilon/2$$

quel que soit $x \in P.\delta$ et $n > N_1 > 2/d$.

Il suffit d'appliquer à l'inégalité (5) la méthode que M. Arbault a introduit dans cette question [3]. Il existe un entier q, et une suite $\lambda_1, \lambda_2, \ldots, \lambda_{q-1}$ ($\lambda_i = 0, 1$) tels que si l'on pose

$$a_1 = \lambda_1 r_1 + \lambda_2 r_2 + \lambda_{q-1} r_{q-1}$$
$$a_2 = a_1 + r_q$$

a_1 et a_2 appartiennent à $P.\delta$.

Tout point $x \in P$ peut s'écrire.

$$(6) \qquad x = y + a_i, \qquad y \in P.\delta \qquad (i = 1, 2\ 2^{q-1})$$
$$a_i = \varepsilon_1^i r_1 + \ldots + \varepsilon_{q-1}^i 2_{q-1} \qquad (\varepsilon_k^i = 0, 1)$$

$$|\sin nx| = |\sin n(y + a_i)| < |\sin ny| + |\sin n a_i|,$$
$$(7) \qquad R(x, n, p) < R(y, n, p) + R(a_i, n, p).$$

---

(2) ARNAUD DENJOY, *Leçons sur le calcul des coefficients d'une série trigonométrique*, p. 199.

(3) *Comptes rendus*, 224, 1947, p. 630.

Il existe un entier N_2 tel que

$$(8) \qquad R(a_i, n, p) < \frac{\varepsilon}{2} \qquad (i = 1, 2, \ldots, 2^{q-1}) \qquad \text{si } n > N_2.$$

En comparant (5), (7), (8),

$$R(x, n, p) < \varepsilon,$$

quels que soient $x \in P$, et $n > \max[N_1, N_2]$. C. Q. F. D.

SÉRIES TRIGONOMÉTRIQUES. — *Sur certaines conséquences qu'entraîne pour une série de Fourier le fait d'avoir tous ses coefficients positifs. Complément au théorème de Weierstrass.* Note (*) de M. **Daniel Dugué**, présentée par M. Arnaud Denjoy.

1. On connaît les résultats de M. Serge Bernstein concernant les fonctions indéfiniment dérivables sur un segment, toutes les dérivées étant positives et ceux de M. Pringsheim sur la position du point singulier d'une fonction analytique sur son cercle de convergence. On peut, en utilisant cette dernière propriété, démontrer un théorème sur l'analyticité des séries trigonométriques à coefficients tous positifs. Il convient d'utiliser le lemme suivant :

Si une fonction continue est développable en une série qui ne contient que des cosinus et si tous ses coefficients de Fourier sont positifs, elle est égale partout à la somme de sa série de Fourier, ce qui entraîne :

Si une fonction continue $f(x)$ a tous ses coefficients de Fourier pris entre $-\pi$ et $+\pi$ positifs $f(-\pi) = f(+\pi)$.

Ces deux faits joints au théorème de Pringsheim entraînent que :

Théorème. — *Si une fonction continue entre $-\pi$ et $+\pi$ et analytique au point* 0 *a tous ses coefficients de Fourier pris entre $-\pi$ et $+\pi$ positifs, $f(-\pi) = f(+\pi)$, elle est analytique partout et son intervalle de convergence est partout au moins égal à l'intervalle à l'origine.*

On en déduit :

Si une fonction analytique de $-\infty$ à $+\infty$ a ses coffïcients de Fourier pris de α à $2\pi + \alpha$ positifs, elle est périodique.

Par conséquent, aucun polynome ne peut avoir tous ses coefficients de Fourier positifs, de même plus généralement qu'aucune fonction entière d'ordre inférieur à 1. On a également :

Si à une fonction analytique entre $-\alpha$ et $+\alpha$ on raccorde une fonction qui n'est pas son prolongement et qui est définie de $-\pi$, $-\alpha$ et de $+\alpha$ à π de manière que l'ensemble soit continu de $-\pi$ à $+\pi$, cette fonction ne peut avoir tous ses coefficients de Fourier positifs.

(*) Séance du 2 mai 1949.

Le théoréme indiqué contient les généralisations du théorème de Pringsheim en particulier celle de Dienes.

2. Dans le même ordre d'idées, que le théorème de M. Bernstein, il est facile de montrer en utilisant les résultats connus sur les familles normales de fonctions analytiques que :

Si la fonction $f(x)$ est la limite sur le segment $-1, +1$ *d'une suite de polynomes à coefficients tous positifs $f(x)$ est analytique entre* -1 *et* $+1$ *et l'intervalle de convergence de $f(x)$ à l'origine est au moins égal à* 1.

Ce théorème n'est pas susceptible de l'extension classique du théorème de M. Bernstein qui suppose seulement les dérivées *d'ordre pair* positives. On peut en effet construire des fonctions qui ne sont nulle part analytiques et qui sont limites de polynomes dont les coefficients d'ordre pair sont tous positifs.

Mais on peut le généraliser de la façon suivante :

Si $f(x)$ est la limite sur le segment 0, 1 *d'une suite d'expressions*

$$\varphi_j(x) = \Sigma A_{j,n}\, x^{\lambda_n},$$

les λ_n n'étant pas entiers et les $A_{j,n}$ étant tous positifs, $f(x)$ est analytique sur le segment 0, 1.

TOPOLOGIE. — *Sur les espaces de recouvrement des rétractes.* Note de M. **Tudor Ganea**, présentée par M. Élie Cartan.

Le but de cette Note est d'établir certaines relations entre le groupe de Poincaré d'un espace topologique et le groupe de Poincaré de l'un quelconque de ses rétractes. Le problème a déjà été étudié par M. K. Borsuk [1], moyennant des hypothèses plus restrictives que les nôtres.

Les espaces topologiques dont il s'agit sont supposés séparés, connexes et localement connexes [2]. Ces trois propriétés se transmettent à leurs rétractes.

Les définitions admises pour les notions d'espace de recouvrement, de connexion simple et de groupe de Poincaré sont les définitions récentes de M. C. Chevalley [3] : elles sont plus générales que leurs correspondants classiques.

$A \subset E$ est rétracte de l'espace E s'il existe une fonction continue φ de E à A, appelée rétraction de E à A, telle que $\varphi(a) = a$ pour tout $a \in A$. Alors, les propositions suivantes sont vraies :

1. *Tout rétracte* A *d'un espace* E *simplement connexe, est un espace simplement connexe.*

En effet soit $(\bar{A}, f)$ un espace de recouvrement de l'espace A. De la connexion

---

(1) *Fund. Math.*, 21, 1933.

(2) N. Bourbaki, *Topologie générale*, Chap. I et II, Paris, 1940.

(3) *Theory of Lie Groups I*, Princeton, 1946.

simple de E résulte (3, p. 50) l'existence d'une fonction continue $\bar{\varphi}$ de E en A telle que $\varphi = f\bar{\varphi}$ sur E. La restriction de f à $\bar{\varphi}(A)$ est univalente et fermée, elle est donc un homéomorphisme de $\bar{\varphi}(A)$ à A : il en résulte que f est un homéomorphisme de $\bar{A}$ à A.

2. *Tout rétracte* A *d'un espace* E *admettant un espace de recouvrement simplement connexe* $(\bar{E}, f)$, *admet un espace de recouvrement simplement connexe* $(\bar{A}, f)$. *En plus* $\bar{A}$ *est homéomorphe à un rétracte de* $\bar{E}$.

En effet, soit $\bar{A}$ l'une quelconque des composantes connexes de $f^{-1}(A)$. $(\bar{A}, f)$ est alors un espace de recouvrement de A(3, p. 42). De la connexion simple de $\bar{E}$ résulte l'existence d'une fonction continue $\bar{\psi}$ de $\bar{E}$ à $\bar{A}$ telle que $f\bar{\psi} = \varphi f$ sur $\bar{E}$ et $\bar{\psi}(\bar{a}) = \bar{a}$ pour un point $\bar{a} \in \bar{A}$. Il résulte alors $\bar{\psi}(\bar{a}) = \bar{a}$ pour tout point $\bar{a} \in \bar{A}$, donc $\bar{\psi}$ est une rétraction de $\bar{E}$ à $\bar{A}$. En tant que rétracte de l'espace simplement connexe $\bar{E}$, $\bar{A}$ est d'après 1, simplement connexe.

D'autre part la fonction $\bar{\psi}$ établit une correspondance biunivoque de chaque composante de $f^{-1}(A)$ sur $\bar{A}$.

3. *Soit* E *un espace admettant un espace de recouvrement simplement connexe* $(\bar{E}, f)$. *Soit* A *un rétracte de* E. *Le groupe de Poincaré* $\pi_1(A)$ *de* A *est image homomorphe du groupe de Poincaré* $\pi_1(E)$ *de* E.

En effet associons à chaque élément H de $\pi_1(E)$, l'élément h de $\pi_1(A)$ défini par $h(\bar{a}) = \bar{\psi}H(\bar{a})$, $\bar{a}$ étant un point quelconque de $\bar{A}$, maintenu fixe. Puisque $h_2\bar{\psi}$ et $\bar{\psi}H_2$ sont deux applications continues de $\bar{E}$ en $\bar{A}$ avec $fh_2\bar{\psi} = f\bar{\psi} = \varphi f = \varphi f H_2 = f\bar{\psi}H_2$ sur $\bar{E}$ et $h_2\bar{\psi}(\bar{a}) = h_2(\bar{a}) = \bar{\psi}H_2(\bar{a})$, sur tout l'espace $\bar{E}$ a lieu $h_2\bar{\psi} = \bar{\psi}H_2$. Il en résulte $h_2h_1(\bar{a}) = h_2\bar{\psi}H_1(\bar{a}) = \bar{\psi}H_2H_1(\bar{a})$ qui établit l'homomorphisme de $\pi_1(E)$ en $\pi_1(A)$.

$h(\bar{a}) \in \bar{A}$ et dans chaque composante $\bar{X}$ de $f^{-1}(A)$ existe, selon 2, un point unique $\bar{x}$ tel que $\bar{\psi}(\bar{x}) = h(\bar{a})$. On a $f(\bar{x}) \in A$ donc $\varphi f(\bar{x}) = f(\bar{x})$ d'où

$$f(\bar{a}) = fh(\bar{a}) = f\bar{\psi}(x) = \varphi f(\bar{x}) = f(\bar{x}).$$

A ce point $\bar{x}$ correspond donc un élément unique $H \in \pi_1(E)$ tel que $H(\bar{a}) = \bar{x}$. Il en résulte qu'à chaque composante $\bar{X}$ de $f^{-1}(A)$ correspond un élément unique $H \in \pi_1(E)$ tel que $\bar{\psi}H(\bar{a}) = h(\bar{a})$, avec $H(\bar{a}) \in \bar{X}$. Réciproquement à tout élément $H \in \pi_1(E)$ tel que $\bar{\psi}H(\bar{a}) = h(\bar{a})$, correspond une composante unique de $f^{-1}(A)$ qui contient $H(\bar{a})$. Ceci prouve que $\pi_1(A)$ est image homomorphe de $\pi_1(E)$ et qu'il y a correspondance biunivoque entre la famille des composantes de $f^{-1}(A)$ et l'image réciproque de l'élément neutre de $\pi_1(A)$. D'où :

4. *La condition nécessaire et suffisante pour l'isomorphisme des groupes de Poincaré* $\pi_1(E)$ *et* $\pi_1(A)$ *est que* $f^{-1}(A)$ *soit connexe.*

5. *Si pour une partie quelconque* A *de l'espace* E *à espace de recouvrement simplement connexe* $(\overline{E}, f)$, $f^{-1}(A)$ *est connexe, pour tout autre espace de recouvrement* $(\overline{R}, g)$ *de* E, $g^{-1}(A)$ *est connexe.*

6. De 3 résulte *que tout rétracte d'un groupe topologique à espace de recouvrement simplement connexe, sans être en général un espace homogène, possède un groupe de Poincaré commutatif.*

7. La notion de rétracte $A \subset E$ telle que pour tout espace de recouvrement $(\overline{E}, f)$de E, $f^{-1}(A)$ soit connexe, se substitue d'une façon avantageuse à la notion de rétracte par déformation.

GÉOMÉTRIE. — *Le calcul tensoriel et les opérations vectorielles orientées.* Note de M. **Jean-Jacques Moreau**, présentée par M. Henri Villat.

Parmi les opérations classiques du calcul vectoriel, il en est dont la définition invoque le concept d'*orientation* de l'espace : principalement l'opération algébrique de *multiplication vectorielle* (avec l'opération connexe de multiplication mixte) et l'opération différentielle *rotationnel.*

Un caractère dominant de ces opérations orientées est de ne pas se prêter directement aux notations tensorielles, ce qui oblige parfois à renoncer à leur emploi : des tenseurs antisymétriques du second ordre doivent alors être introduits à la place du produit vectoriel, du rotationnel, du vecteur champ magnétique, etc.

Nous avons cherché, pour notre part, à relier les deux points de vue grâce à un artifice élémentaire qui établit en quelque sorte la liaison entre les algorithmes « intérieurs » et « extérieurs » [1].

Soit, dans l'espace orienté, $\vec{x}_1$, $\vec{x}_2$, $\vec{x}_3$ un trivecteur de coordonnées, orthonormal et direct. Le déterminant

$$\begin{vmatrix} \vec{x}_1 & \vec{x}_2 & \vec{x}_3 \\ \vec{x}_1 & \vec{x}_2 & \vec{x}_3 \\ \vec{x}_1 & \vec{x}_2 & \vec{x}_3 \end{vmatrix},$$

dont on interprète chaque terme comme le produit tensoriel de trois vecteurs, définit un tenseur du troisième ordre ε. Remplacer le trivecteur par un autre également orthonormal et direct, revient à effectuer sur chaque ligne du déterminant en question une même substitution orthogonale directe et le laisse donc invariant. Le tenseur ε est ainsi un élément intrinsèque de l'espace orienté.

---

(1) Nous introduisions déjà cette notation dans une communication au Congrès National de l'Aviation Française de 1946 : *Sur les rotations d'une particule en suspension.* (Rapport n° 42/133).

Plus explicitement, les composantes des vecteurs unitaires $\vec{x}_i$ étant de la forme δ_i^k ([2]), les composantes du tenseur s'écrivent

$$\varepsilon_{ijk} = \begin{vmatrix} \delta_1^i & \delta_2^i & \delta_3^i \\ \delta_1^j & \delta_2^j & \delta_3^j \\ \delta_1^k & \delta_2^k & \delta_3^k \end{vmatrix}$$

Ce tenseur préside, par le simple jeu du calcul tensoriel, à la formation de toutes les opérations orientées : $\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$ étant trois vecteurs, on trouve immédiatement que le scalaire invariant

$$m = \varepsilon_{ijk} a_i b_j c_k$$

n'est autre que le produit mixte de ces trois vecteurs.

Corrélativement, si

$$\vec{d} = \vec{b} \wedge \vec{c}$$

on a en notation tensorielle

$$d_i = \varepsilon_{ijk} b_j c_k.$$

De même si l'on considère un champ vectoriel $\vec{u}$ et son rotationnel $\vec{r}$, on a

$$r_i = \varepsilon_{ijk} \frac{\partial u_k}{\partial x_j}.$$

On voit encore qu'à un tenseur du second ordre T_{jk} s'associe de manière intrinsèque, en géométrie orientée, le vecteur

$$D_i = \varepsilon_{ijk} T_{jk},$$

appelé classiquement *vecteur dual* du tenseur.

D'une façon générale, dans l'espace orienté à n dimensions, on invoquera un *tenseur d'orientation* ε *d'ordre* n qui préside à la définition des opérations orientées. Son introduction permet de saisir l'influence du nombre de dimensions sur le développement du calcul orienté.

Nous nous bornons ici au cas tridimensionnel. Un produit tensoriel du tenseur ε par lui-même conduit par la règle de multiplication des déterminants à l'expression

$$\varepsilon_{ijk}\varepsilon_{lmn} = \begin{vmatrix} \delta_i^l & \delta_i^m & \delta_i^n \\ \delta_j^l & \delta_j^m & \delta_j^n \\ \delta_k^l & \delta_k^m & \delta_k^n \end{vmatrix} = \delta_{ijk}^{lmn}$$

ou *symbole de Kronecker généralisé*.

Une contraction donne ensuite, après développement,

$$\varepsilon_{ijk}\varepsilon_{imn} = \delta_{jk}^{mn} = \delta_j^m \delta_k^n - \delta_j^n \delta_k^m.$$

([2]) On sait que le *symbole de Kronecker* δ_i^k représente l'unité si les indices j et k sont identiques, et zéro s'ils sont différents.

Ce résultat condense pratiquement toute la technique du calcul des opérations orientées. Soient par exemple trois vecteurs $\vec{a}$, $\vec{b}$, $\vec{c}$ et le double produit vectoriel

$$\vec{p}=\vec{a}\wedge(\vec{b}\wedge\vec{c})$$

on écrit

$$p_i=\varepsilon_{ijk}a_j\varepsilon_{klm}b_lc_m=(\delta_i^l\delta_j^m-\delta_j^l\delta_i^m)a_jb_lc_m=a_jb_ic_j-a_jb_jc_i,$$

d'où l'expression classique

$$\vec{p}=(\vec{a}.\vec{c})\vec{b}-(\vec{a}.\vec{b})\vec{c}.$$

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Sur l'équivalence de la double courbure et de la non-convexité.* Note (*) de M. **Jean Mirguet**, présentée par M. Élie Cartan.

A propos de l'importante classe d'orthosurfaces ([1]) définie par M. Bouligand ([2]) par la condition qu'en chaque point, le ptg_2 (ou paratingent second) ne soit jamais vide, mais réduit partout à un nombre fini de droites (en bref, les orthosurfaces à ptg supérieur fini) ([3]), nous avons montré, dans une précédente Note ([4]), sur un exemple simple, que les points d'appui [ou encore points (α)] et les points à double courbure non dégénérée ([5]) [ou encore points (β)] sont les seules espèces ponctuelles susceptibles de constituer, sur ces surfaces, des ensembles ouverts. Nous nous proposons d'établir ici ce résultat plus général que tout point non — (α) est nécessairement limite de points (β), ce qui donnera le corollaire :

Tout point d'une orthosurface Φ *à* ptg *supérieur fini qui n'est pas limite de points* (β), *est intérieur à un domaine convexe au sens large.*

Sur Φ, en un point M, ni (α), ni (β), le ctg est un dièdre ou un plan ([6]) et l'on peut choisir un plan ϖ (le plan tangent ou un plan mené par l'arête du ctg) tel que, pour un seul côté de ϖ, l'ensemble (soit : le *dépassement*) des points de la surface, situés de ce côté de ϖ, n'admette en M qu'un nombre fini de demi-tg. Le plan ϖ sera dit : *plan de dépassement.* Dans le cas particulier où M appartient à la fermeture individuelle d'un constituant du dépassement, ce constituant possède en M une seule demi-tg Mt; et, dans le cas plus particulier

(*) Séance du 2 mai 1949.

([1]) G. Bouligand, *Introduction à la Géométrie infinitésimale directe,* Paris, 1932, p. 82; *Cf.* J. Mirguet, *Annales Sc. de l'Éc. Norm. Sup.*, 51, 1934, p. 225.

([2]) *Bulletin de l'Ac. Polonaise des Sc. et Lettres,* 1930, p. 412.

([3]) J. Mirguet, *La Revue Scientifique,* 85e année, 1947, p. 69.

([4]) *Comptes rendus,* 228, 1949, p. 646-648.

([5]) *La Revue Sc.* (*loc. cit.*), n° 9, p. 70.

([6]) J. Mirguet, *Acta Mathematica,* 68, 1937, p. 293.

encore, où Mt aurait un signe défini [7] contraire au signe général des demi-tg en M, le point M sera dit : point (γ) et Mt, demi-tg *opposante* en M.

Soit $\mathcal{D}$ un domaine ouvert de Φ où une même direction Δ de droite (soit : la verticale) est partout exclue du ptg_1 et munie d'un signe; supposons de plus que $\mathcal{D}$ ne porte aucun (β). On voit que, sur $\mathcal{D}$, les points anguleux des intersections verticales ont une concavité locale [8] toujours de même signe (nous le dirons : négatif) et les dépassements éventuels ne pourraient être que du côté positif de leurs plans de dépassement. S'il existait sur $\mathcal{D}$ un point M, ni (α), ni (β), M serait limite de point d'espèce (γ) : en effet, soit $\Delta(M)$ la verticale en M; appelons p un demi-plan issu de $\Delta(M)$ et qui coupe ϖ suivant une demi-droite Mu; on peut toujours prendre Mu assez voisine en direction d'une demi-tg du dépassement en M, pour que l'intersection $p\Phi$ présente un arc MH, issu de M, situé, au départ de M, en dessous de Mu et rejoignant, pour la première fois, ϖ en un point H de Mu; parmi les points de l'arc MH de $p\Phi$ où le parallèle à Mu est d'appui pour l'arc MH et en dessous de cet arc, il y en a un (soit : R) qui est plus loin de Δ (M) que tous les autres; vu l'absence de points (β) sur $\mathcal{D}$, R est, sur MH, à tangente et, par suite, sur Φ, un point (γ).

Or, l'absence de points (β) sur $\mathcal{D}$ rend l'existence d'un point (γ) sur $\mathcal{D}$ contradictoire. En effet, soit S un point (γ) éventuel de $\mathcal{D}$; St, la demi-tg opposante en S; la fermeture du constituant de dépassement en S de demi-tg St, repose sur le plan de dépassement en S, par deux arcs Γ_1 et Γ_2 d'orthocourbes, situés sur Φ, issus de S, chacun à demi-tg unique St en S et placés de part et d'autre de St. Soit A_i un point qui décrit Γ_1 et p_i le demi-plan, issu de la verticale $\Delta(S)$ et passant par A_i; comme précédemment, on voit que, parmi les points de l'arc SA_i de l'intersection $p_i\Phi$ où le parallèle à SA_i est d'appui pour l'arc et en dessous de l'arc, il y en a un (soit R_i) qui est plus loin de $\Delta(S)$ que tous les autres et qui est un nouveau point (γ). Dans un dépassement continu de A_i sur Γ_1, le déplacement de R_i est, non pas biunivoque, mais continu; le lieu ρ_1 de R_i est situé du même côté que Γ_1 du plan P défini par $\Delta(S)$ et St. *De l'autre côté* de P est situé le lieu ρ_2 qui correspond à Γ_2, comme ρ_1 correspond à Γ_1.

On peut toujours, aussi près qu'on veut de S, choisir A_i sur Γ_1 pour qu'au voisinage immédiat de A_i, Γ_1 soit unicursale par rapport à S; alors à tous les A'_i voisins de cet A_i primitif, correspondent biunivoquement des R'_i analogues à ce qu'est R_i pour le A_i primitif. Tous ces R'_i sont, comme R_i, des (γ); le ctg de Φ est en chaque R'_i, comme en R_i, un plan ou un dièdre. Pour $A'_i \to A_i$, donc, pour $R'_i \to R_i$, on choisira comme plan de dépassement en R_i le plan du demi-plan tangent qui regarde R'_i et comme plan de dépassement en R'_i le plan

---

(7) *La Revue Sc.* (*loc. cit.*), n° 7, p. 69.

(8) *La Revue Sc.* (*loc. cit.*), n° 8, p. 70.

du demi-plan tangent qui regarde R_i. Au plan de dépassement choisi en R_i correspondent deux lieux ρ_{1i} et ρ_{2i}, définis ci-dessus pour S et situés de part et d'autre de la demi-tg opposante $R_i v_i$ en R_i; au plan de déplacement choisi en R'_i correspondent deux lieux analogues ρ'_{1i} et ρ'_{2i}, situés de part et d'autre de la demi-tg opposante $R'_i v'_i$ en R'_i.

Pour $A'_i \to A_i$, on a $R'_i \to R_i$ et $R'_i v'_i \to R_i v_i$, $\rho'_{1i} \to \rho_{1i}$, $\rho'_{2i} \to \rho_{2i}$ et pour R'_i assez voisin de R_i, il finira par exister un point $G = \rho_{1i}\rho'_{2i}$ ou $\rho_{2i}\rho'_{1i}$. En G, la surface Φ présenterait deux tangentes distinctes puisque situées respectivement dans les plans verticaux distincts $R_i G$ et $R'_i G$; G serait donc à plan tangent; mais chacune de ces tangentes porterait une demi-tg positive et ces deux demi-tg positives ne seraient pas opposées, propriété qui n'appartient qu'aux points (β). D'où, la contradiction annoncée, qui achève notre démonstration.

GÉOMÉTRIE DIFFÉRENTIELLE. — *Détermination des couples de surfaces isométriques avec correspondance des lignes de courbure.* Note de Mlle **Simone Lemoine**, présentée par M. Élie Cartan.

1. Les courbures principales a et c des surfaces admettant deux formes linéaires ϖ_1 et ϖ_2 comme éléments d'arc de leurs lignes de courbure sont généralement solutions du système [1]

$$ac = \mathrm{K}, \qquad a^2\xi + c^2\eta = \zeta, \tag{1}$$

qui comporte deux solutions essentiellement distinctes. Nous sommes en mesure de préciser les conditions auxquelles doivent satisfaire ϖ_1 et ϖ_2 pour que ces solutions en a et c vérifient, l'une et l'autre, les équations de Codazzi, c'est-à-dire dans quel cas il existe deux surfaces, S et $\overline{\mathrm{S}}$, isométriques avec correspondance des lignes de courbure.

2. En posant $\xi/\zeta = x$, $\eta/\zeta = y$, la résolution de (1) donne

$$a^2 = \frac{1}{2x} \pm \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{x^2} - 4\mathrm{K}^2\frac{y}{x}}, \qquad c^2 = \frac{1}{2y} \mp \frac{1}{2}\sqrt{\frac{1}{y^2} - 4\mathrm{K}^2\frac{x}{y}}. \tag{2}$$

Les équations de Codazzi, $a_2 = r(a-c)$, $c_1 = s(c-a)$, s'écrivent encore

$$\frac{1}{2}(a^2)_2 = r(a^2 - \mathrm{K}), \qquad \frac{1}{2}(c^2)_1 = s(c^2 - \mathrm{K});$$

elles ne sont vérifiées par les deux couples de valeurs (2) que si l'on a

$$\left\{\begin{aligned} &\frac{1}{2}\left(\log\sqrt{\frac{1}{x^2} - 4\mathrm{K}^2\frac{y}{x}}\right)_2 = r, \qquad \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2x}\right)_2 = r\left(\frac{1}{2x} - \mathrm{K}\right),\\ &\frac{1}{2}\left(\log\sqrt{\frac{1}{y^2} - 4\mathrm{K}^2\frac{x}{y}}\right)_1 = s, \qquad \frac{1}{2}\left(\frac{1}{2y}\right)_1 = s\left(\frac{1}{2y} - \mathrm{K}\right).\end{aligned}\right. \tag{3}$$

(1) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 461-463.

Soient u et v deux intégrales premières *quelconques* de ϖ_1 et ϖ_2, de sorte que $\varpi_1 = \lambda\, du$, $\varpi_2 = \mu\, dv$, $r = -(1/\mu)(\log\lambda)_v$, $s = -(1/\lambda)(\log\mu)_u$.

En tenant compte de ces valeurs et en intégrant les deux premières équations (3), *avec un choix convenable des paramètres u et v*, nous sommes conduits aux équations

$$\frac{x^2}{\lambda^4} = \frac{y^2}{\mu^4} = 1 - 4K^2xy.$$

Résolvant ces équations par rapport à λ^2/x et μ^2/y, nous obtenons, en tenant compte du fait que nous cherchons des couples de surfaces *réelles* (a^2 et c^2 positifs),

$$(4)\qquad \frac{\lambda^2}{x} = \frac{\mu^2}{y} = \sqrt{1 + 4K^2\lambda^2\mu^2},$$

et les deux dernières équations (3) se résument en

$$(5)\qquad (\lambda^2)_v\, dv + (\mu^2)_u\, du = d\sqrt{1 + 4K^2\lambda^2\mu^2}.$$

3. L'élimination de x et y entre les équations (2) et (4) nous conduit à poser pour les surfaces S et $\overline{\mathrm{S}}$

$$(\mathrm{S}) \begin{cases} a\lambda = \mathrm{ch}\,\varphi, \\ c\mu = \mathrm{sh}\,\varphi, \end{cases} \qquad (\overline{\mathrm{S}}) \begin{cases} \bar{a}\lambda = \mathrm{sh}\,\varphi, \\ \bar{c}\mu = \mathrm{ch}\,\varphi. \end{cases}$$

Ainsi, ds'^2 désignant le carré de l'élément linéaire sphérique, *il existe un choix des paramètres u et v pour lequel les formes quadratiques des surfaces* S *et* $\overline{\mathrm{S}}$ *isométriques avec correspondance des lignes de courbure sont respectivement*

$$(\mathrm{S}) \begin{cases} ds^2 = \lambda^2\, du^2 + \mu^2\, dv^2, \\ \Phi = \lambda\,\mathrm{ch}\,\varphi\, du^2 + \mu\,\mathrm{sh}\,\varphi\, dv^2, \\ ds'^2 = \mathrm{ch}^2\varphi\, du^2 + \mathrm{sh}^2\varphi\, dv^2, \end{cases} \qquad (\overline{\mathrm{S}}) \begin{cases} d\bar{s}^2 = \lambda^2\, du^2 + \mu^2\, dv^2, \\ \overline{\Phi} = \lambda\,\mathrm{sh}\,\varphi\, du^2 + \mu\,\mathrm{ch}\,\varphi\, dv^2, \\ d\bar{s}'^2 = \mathrm{sh}^2\varphi\, du^2 + \mathrm{ch}^2\varphi\, dv^2, \end{cases}$$

avec

$$(6)\qquad \frac{\partial^2\varphi}{\partial u^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial v^2} + \mathrm{sh}\,\varphi\,\mathrm{ch}\,\varphi = 0,$$

et, d'après (5),

$$(7)\qquad \frac{1}{\mu}\frac{\partial\lambda}{\partial v} = \frac{\partial\varphi}{\partial v}, \qquad \frac{1}{\lambda}\frac{\partial\mu}{\partial u} = \frac{\partial\varphi}{\partial u}.$$

L'intégration de (6) introduit deux fonctions arbitraires d'un argument; celle du système (7) en introduit deux autres : ainsi se trouve vérifiée la proposition due à M. É. Cartan (²) : *les couples de surfaces isométriques avec conservation des lignes de courbure forment une classe dépendant de quatre fonctions arbitraires d'un argument.*

(²) *Les systèmes différentiels extérieurs et leurs applications géométriques*, Paris, 1945, p. 148.

Des formes quadratiques semblables aux précédentes ont été obtenues par M. V. Lalan dans un problème différent ([3]), mais avec d'autres conditions pour λ et μ. La ressemblance entre les deux problèmes s'accroît encore du fait qu'à tout couple de surface S, $\bar{S}$ correspond, comme on sait ([4]), un couple de surfaces à courbure totale constante égale à un, Σ et $\bar{\Sigma}$, sur lesquelles les lignes de courbure se correspondent tandis que les courbures principales s'échangent. M et $\bar{M}$ étant deux points correspondants de S et $\bar{S}$, Σ et $\bar{\Sigma}$ sont les lieux des points P et $\bar{P}$ définis par

$$P_u = -\bar{a} M_u, \qquad \bar{P}_u = -a \bar{M}_u,$$
$$P_v = -\bar{c} M_v, \qquad \bar{P}_v = -c \bar{M}_v.$$

Les courbures principales de Σ sont $-(a/\bar{a})$ et $-(\bar{a}/a)$; celles de $\bar{\Sigma}$ sont $-(\bar{a}/a)$ et $-(a/\bar{a})$. Σ et $\bar{\Sigma}$ forment un couple d'Hazzidakis.

ÉLASTICITÉ. — *Détermination du domaine élastique intrinsèque par mesure de la dureté hertzienne.* Note (*) de MM. **Jacques Pomey, Louis Abel** et **François Goutel**, présentée par M. Pierre Chevenard.

Dans une précédente Note ([1]) nous avons donné un exemple de relevé de courbe intrinsèque de la limite élastique de A. Caquot; nous nous proposons, par la présente Note, d'exposer la méthode de calcul élasticimétrique employée.

D'après H. T. Huber, S. Fuchs et Hertz ([2]), on obtient les formules suivantes pour les contraintes en un point du plan $x = 0$ d'un solide semi-indéfini plan, pressé élastiquement par une bille de même module élastique :

$$X = q_0\left[\frac{1-2m}{3}\frac{1}{\rho^2}(1-h)^3 + h\left(2m + \frac{(1-m)u}{a^2+u} - (1+m)\frac{\sqrt{u}}{a}\operatorname{Arctg}\frac{a}{\sqrt{u}}\right)\right],$$

$$Y = -q_0\left[\frac{1-2m}{3}\frac{1}{\rho^2}(1-h)^3 + h^3\frac{a^2}{u+a^2h^2} + h\left(\frac{(1-m)u}{a^2+u} - (1+m)\frac{\sqrt{u}}{a}\operatorname{Arctg}\frac{a}{\sqrt{u}} - 2\right)\right],$$

$$Z = q_0 h^3 \frac{a^2}{u+a^2h^2},$$

$$T_{yz} = q_0 \frac{h^2 \rho a^3 \sqrt{u}}{(u+h^2a^2)(a^2+u)},$$

où z est la profondeur du point étudié par rapport au plan xoy supposé coïn-

([3]) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 383-384.

([4]) B. Gambier, *Applicabilité des surfaces étudiée au point de vue fini* (*Mémor. des Sc. Math.*, 31, Paris, 1928, p. 27).

(*) Séance du 2 mai 1949.

([1]) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 223-224.

([2]) M. T. Huber, *Ann. der Physik*, 14, 1904, p. 153; S. Fuchs, *Physik Zeits.*, 14, 1913, p. 1282; Hertz, *Gesamte Werke*, 1, 1895, p. 174 à 196.

cider avec l'aire de contact (*fig.* 1); $\rho = y/\alpha$; $h = z/\sqrt{u}$; u étant défini par la relation

$$\frac{x^2+y^2}{a^2+u}+\frac{z^2}{u}=1,$$

$u>0$ (et $u=0$ pour $|y|<a$, $z=0$); m est le coefficient de Poisson; Tyz est le cisaillement lorsque les composantes XYZ de la contrainte ne sont pas les contraintes principales; q_0 est la pression maxima au centre O du cercle de contact et est donnée par la formule de Hertz.

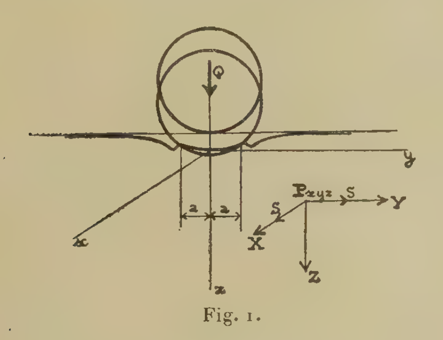


Fig. 1.

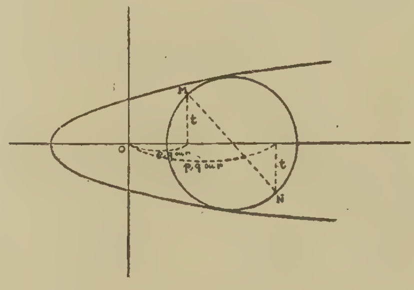


Fig. 2.

Supposons qu'une contrainte préalable de composante

$$X=S \quad Y=S \quad Z=O \quad Txy=0,$$

fonction supposée connue de z, soit appliquée au solide plan en plus de la pression de la bille. On peut, en tout point P, calculer les forces

$$p=X+S \quad q=Y+S \quad r=Z \quad t=Tyz,$$

et déterminer les cercles de Mohr correspondants dont l'enveloppe des plus grands est la courbe intrinsèque cherchée.

Valeur de S (compressions > 0).	Coordonnées du point P — z.	Coordonnées du point P — y.	Coordonnées des deux points M et N définissant le cercle — p, q, ou r.		Coordonnées des deux points M et N définissant le cercle — t.
$S \gtrless 0$	0	a	0	$0,133\,q_0+S$	0
	$\frac{a}{3}$	$\frac{a}{2}$	$0,78\;q_0$	$0,22\;q_0+S$	$0,143\,q_0$
	$\frac{5a}{12}$	a	$0,24\;q_0$	$0,19\;q_0+S$	$0,194\,q_0$
	$\frac{a}{2}$	$\frac{a}{2}$	$0,652\,q_0$	$0,17\;q_0+S$	$0,154\,q_0$
Si $S>0$......	$\frac{a}{2}$	0	$0,8\;q_0$	$0,18\;q_0+S$	0
Si $S<0$......	$\frac{a}{3}$	0	$0,9\;q_0$	$0,3\;q_0+S$	0

Pour simplifier le travail, l'exploration a été limitée à cinq points P convenablement choisis dans le solide et dont les coordonnées sont indiquées au tableau ci-dessus. La position de P correspondant au cercle le plus dangereux varie suivant le signe et la grandeur de S, ainsi que le choix des deux valeurs parmi p, q et r définissant le plus grand des trois cercles de Mohr du point P.

On procède expérimentalement comme indiqué dans une Note précédente ([3]) en prenant un disque plan à faces parallèles d'épaisseur e, déformé en calotte sphérique de rayon R_2 mesuré, et déterminant la charge Q correspondant à la limite élastique à la compression par l'action d'une bille de rayon R_1. On en déduit par le calcul

$$S=\frac{E}{R_2}\left(\frac{e}{2}-z\right),\qquad q_0=\frac{3Q}{2\pi a^2},\qquad a=\sqrt[3]{\frac{3}{2}Q\frac{R_1R_2}{R_1+R_2}\frac{1-m^2}{E}};$$

reportant les valeurs ainsi obtenues dans le tableau, on construit les cercles de Mohr pour les points choisis de la matière, et trace la courbe enveloppe dont un exemple a été donné précédemment ([1]).

PHYSIQUE THÉORIQUE. — *Sur la renormalisation de masse et certains aspects de la théorie du rayonnement.* Note (*) de M. **Philippe Meyer**, présentée par M. Louis de Broglie.

Après les expériences sur le déplacement des niveaux d'énergie de l'hydrogène, Bethe ([1]) donna une première explication non relativiste du phénomène. Puis Schwinger ([2]) traita le problème de l'interaction du rayonnement et de la matière d'une façon relativiste. Dans ces travaux, on trouve à la base de tous les résultats l'hypothèse fondamentale suivante : l'énergie propre de l'électron, bien qu'infinie au stade actuel de la théorie, agit comme une masse électromagnétique déjà incluse dans la masse expérimentale de l'électron.

Le but du présent Mémoire est d'examiner la façon dont cette hypothèse peut être transposée dans le cas non relativiste.

Considérons l'équation de Schrödinger du système électron + rayonnement

$$(1)\qquad i\hbar\frac{\partial\Psi}{\partial t}=\left[\frac{P^2}{2m_0}+\frac{e}{m_0c}(\vec{P}.\vec{A})+\frac{e^2}{2m_0c^2}A^2+V(r)+H_{\text{rayonn}}\right]\Psi.$$

Après s'être placé dans une représentation interaction par rapport au rayonnement, on isole la masse électromagnétique de l'électron en utilisant comme

([3]) *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 96.

(*) Séance du 2 mai 1949.

([1]) *Phys. Rev.*, 72, 1947, p. 241.

([2]) *Phys. Rev.*, 73, 1948, p. 416; *Phys. Rev.*, 74, 1948, p. 1439; *Phys. Rev.*, 75, 1949, p. 651.

([3]) *Nuovo Cimento*, 15, 1938, p. 167.

Schwinger une transformation unitaire qui élimine les effets du premier ordre en e du deuxième terme de (1).

Après la transformation e^{-iS} où $S = \frac{e}{\hbar m_0 c}\int \vec{P}.\vec{A}\,dt$, l'équation (1) devient

$$(2)\qquad i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = \left\{\frac{P^2}{2m_0} + \frac{i\hbar}{2}\left(\frac{e}{\hbar m_0 c}\right)\left[S, \vec{P}.\vec{A}\right] + e^{iS}V(r)e^{-iS} + \frac{e^2}{2m_0c^2}A^2 + \frac{ie^2}{2m_0c^2}[S, A^2] + \ldots\right\}\psi.$$

Si l'on développe le potentiel vecteur en série de Fourier, on obtient

$$(3)\qquad \frac{ie}{2m_0c}\left[S, \vec{P}.\vec{A}.\right] = -\frac{P^2}{2m_0}\frac{4e^2}{3\pi m_0 c^3}\int_0^\infty d\nu + e^2 f(q_\lambda q_{\lambda'}, q_\lambda q^\star_{\lambda'}, q^\star_\lambda q^\star_{\lambda'}),$$

où q_λ et $q^\star_\lambda$ sont respectivement les opérateurs de création et d'annihilation d'un photon. Le premier terme de l'expression (3) est précisément l'énergie électromagnétique infinie de l'électron que Bethe utilise pour renormaliser la masse expérimentale. On devra donc grouper les termes en p^2, et désigner par m la masse résultante qui est supposée être la masse expérimentale de l'électron. Ainsi l'équation du mouvement devient

$$(4)\qquad i\hbar\frac{\partial\psi}{\partial t} = \left[\frac{P^2}{2m} + V(r) + \frac{e}{mc}\left(\int\vec{A}\,dt.\mathrm{Grad}\,V\right) + \frac{1}{2}\left(\frac{e}{mc}\right)^2\int A_i dt\int A_\mu dt\frac{\partial^2 V}{\partial x_i\partial x_\mu} + e^2F + \frac{e^2A^2}{2mc^2} + O(e^3)\right]\psi.$$

Pauli et Fierz ([3]) ont obtenu par d'autres méthodes une équation de ce type dans le cas particulier où l'on néglige les effets du recul.

On peut aisément expliciter la forme de F, mais nous n'aurons pas à nous en servir dans la suite, F étant une fonction quadratique en q_λ et $q^\star_\lambda$.

Il nous reste maintenant à légitimer à l'aide de quelques exemples l'emploi de l'hamiltonien de l'équation (4). Pour cela nous choisirons l'effet photo-électrique et le *Bremsstrahlung*. Nous ne donnerons que le résultat des calculs. On obtient pour la section efficace de l'effet photo-électrique d'un électron K quand on se place loin de la fréquence-seuil

$$(5)\qquad d\Phi = 8Zr_0^2\gamma^6\frac{Pc}{k^3q^4}\left(\frac{|q|}{\gamma} - \mathrm{arctg}\frac{|q|}{\gamma}\right)^2\sin^2\theta\cos^2\varphi\,d\Omega,$$

$$\gamma = \frac{\mu e^2 z}{\hbar c},\qquad r_0 = \frac{e^2}{\mu},\qquad \vec{q} = \vec{P}c - \vec{k},\qquad |\vec{k}| = h\nu,\qquad \theta = \mathrm{angle}(\vec{k}\vec{P});$$

φ est l'angle entre le plan $(\vec{P}.\vec{k})$ et le plan formé par $\vec{k}$ et la direction de polarisation. Étant donné que les énergies sont non relativistes, l'expression (5) peut se simplifier

$$(6)\qquad d\Phi = 8Zr_0^2\gamma^4\frac{(2k\mu)^{\frac{1}{2}}}{k^3(2k\mu a - \gamma^2)}\sin^2\theta\cos^2\varphi\,d\Omega,\qquad a = 1 - \frac{v}{c}\cos\theta.$$

Il en résulte une section efficace qui ne diffère de celle obtenue avec l'hamiltonien de l'équation (1) généralement utilisé que par un facteur $(1-(v/c)\cos\theta)^3$, rendant ainsi impossible toute différentiation expérimentale.

Étudions maintenant le *Bremsstrahlung*. A l'approximation de Born on obtient pour la probabilité de diffusion d'un électron d'impulsion initiale $\vec{P}_0$ et d'impulsion finale $\vec{P}$ avec émission d'un photon d'énergie entre ν et $\nu + d\nu$.

$$(7) \qquad d\sigma_1 = \frac{8}{3\pi}\alpha\left(\frac{Ze^2}{c}\right)^2 \frac{d\nu}{\nu} \frac{1}{|\vec{P}_0 - \vec{P}|^2} \frac{P}{P_0} d\Omega; \qquad \alpha = \frac{e^2}{\hbar c}.$$

Pour avoir la section efficace totale de diffusion, il faudra intégrer l'expression (7) de $\nu = 0$ à $\nu = E_0/\hbar$ (E_0 étant l'énergie cinétique initiale de l'électron), et lui ajouter en plus de la section efficace de Rutherford $d\sigma_0$ une correction de rayonnement à la diffusion élastique. Cette dernière pourrait se calculer à l'aide des termes de (4) qui sont du deuxième ordre en e. Mais le résultat a déjà été obtenu par Pauli et Fierz ([3]). Ils trouvent

$$(8) \qquad d\sigma_2 - d\sigma_0 = -\frac{8}{3\pi}\alpha\left(\frac{Ze^2}{c}\right)^2 \int_{\nu_0 \to 0}^{\nu_1} \frac{d\nu}{\nu} \frac{d\Omega}{4P_0^2 \sin^2\frac{\theta}{2}}; \qquad \theta = \text{angle}(\vec{P}_0, \vec{P}).$$

On posera comme Bethe $\hbar\nu_1 = mc^2$. La somme des expressions (7) et (8) rend la section efficace convergente. Après avoir intégré $d\sigma_1$, on obtient pour la correction fractionnelle à la section efficace totale de diffusion dans un angle θ

$$(9) \qquad \frac{\delta\, d\sigma}{d\sigma_0} = \frac{8\alpha}{3\pi}\frac{v^2}{c^2}\sin^2\frac{\theta}{2}\left[\ln\frac{mc^2}{8E_0} + \ln 2 + (\pi - \theta)\,\mathrm{tg}\frac{\theta}{2} + \frac{\cos\theta}{\cos^2\frac{\theta}{2}}\ln\left(\csc.\frac{\theta}{2}\right)\right].$$

Schwinger a calculé $\delta\, d\sigma$ d'une façon relativiste ([4]). A la limite $v/c \ll 1$, son résultat est identique à (9) si l'on remplace $\ln 2$ par la constante $19/30$.

ÉLECTRONIQUE. — *Fluctuations de courant dans une diode plane, compte tenu de la charge d'espace et du temps de transit.* Note (*) de M. **Albert Pérez**, présentée par M. Louis de Broglie.

I. Hypothèses de base. — 1° *Émission Poissonniène des électrons;* 2° *modèle unidimensionnel;* 3° *linéarisation* : en admettant que les fluctuations (écarts par rapport aux valeurs moyennes) sont faibles par rapport à ces valeurs moyennes, on considère la diode comme un dispositif linéaire pour les fluctua-

---

([4]) *Phys. Rev.*, 75, 1949, p. 898.

(*) Séance du 2 mai 1949.

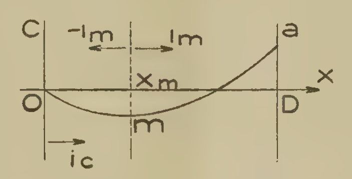
tions, ayant son « entrée » à la surface cathodique et dont la *réponse* (rapport, pour chaque fréquence, de la fluctuation du courant extérieur ou courant total de Maxwell à celle de l'émission) ne dépend que de l'état moyen du système.

Il est possible ([1]), à partir de cette *réponse*, de faire l'étude du *second ordre* de la transmission des fluctuations.

Le fait de « linéariser » entraîne une limitation en fréquence. En effet, on doit comparer la valeur moyenne $\bar{n}$ du nombre d'électrons émis *par période* aux écarts de ce nombre; considérant la valeur quadratique moyenne de cet écart, qui, d'après la loi de Poisson, est égale à $\bar{n}$, on voit que ce n'est que si $\bar{n}$ est grand par rapport à l'unité, que l'on a le droit de linéariser, ce qui devient de moins en moins vrai en augmentant la fréquence.

Si $\bar{n}$ est grand, on peut aussi étendre l'étude du second ordre à tous les ordres et, ainsi, déduire toutes les propriétés statistiques du bruit à la *sortie* de celles à l'*entrée;* elles résultent de la *corrélation*, calculée à partir de la réponse pour toutes les fréquences (approximation Laplacienne).

II. Modèle simplifié. — On admet que les seuls changements importants intervenant dans la distribution et le mouvement des charges spatiales, par suite des *écarts* i_c, à l'émission, sont exprimés par la présence des deux courants de *convection* de densité i_c, partant de la cathode, et i_m, partant du potentiel minimum (*voir fig.* 1), le mouvement des charges étant déterminé uniquement



par l'état moyen du système (effet primaire). On néglige donc toute autre modification dans l'état moyen de la charge spatiale. D'ailleurs celle-ci présente une *inertie;* or le calcul montre que le rapport de l'amplitude du champ primaire, qui pourrait l'écarter de son état moyen, au courant total, diminue en moyenne quand la fréquence augmente; il est donc évident que le fait de négliger les autres courants de convection (effet secondaire) est au moins aussi légitime pour les hautes fréquences que pour les basses.

Ainsi, si, pour les *basses fréquences*, on peut retrouver les résultats déjà établis par différents auteurs ([2]), qui ont résolu les équations *complètes* avec les hypothèses de base, 1°, 2°, 3° et, de plus, 4° : changements *très lents* autour de l'état moyen, notre approximation sera également valable pour les *plus hautes fréquences*.

([1]) A. Blanc-Lapierre, *Revue scientifique*, n° 3254, juin-juillet 1946, p. 75.

III. Méthode de calcul. — Étant donnée l'indépendance entre les différents groupes de vitesses, on calcule la réponse $\gamma(v_0, p)$, où v_0 est la vitesse initiale du groupe d'électrons considéré et $p = j\omega$ (ω, pulsation), puis on ajoute les carrés moyens pour toutes les vitesses d'émission, en tenant compte de la distribution de Maxwell.

IV. Calcul de γ. — 1° *Loi de l'indépendance du courant total* J *par rapport à* x. — Pour le modèle simplifié, d'après 2°,

$$\{ i_m[t - \tau(x, 0)] + i_c[t - \tau'(x, v_0)] \} + \varepsilon_0 \frac{\partial E}{\partial t}(t, x) = J(t);$$

τ et τ', temps de transit pour que les charges portées par i_m et i_c arrivent de leurs origines respectives au point d'abscisse x.

2° *Conditions aux limites.* — I. *Tension constante* aux bornes de la diode. II. Sur la base d'une répartition de vitesse maxwellienne et en admettant qu'une variation $\Delta V_m(t)$ du potentiel minimum influe essentiellement sur les électrons dont la vitesse est autour de zéro au potentiel minimum : $i_m(t) = I e/kT . \Delta V_m(t)$ (I courant moyen, e charge électronique, k constante de Boltzmann, T température absolue de la cathode).

Pour résoudre cette équation (notamment pour isoler les τ) on utilise la transformation de Laplace.

L'intégrale curviligne de O à D du champ électrique primaire est, d'après la condition I, égale à zéro, d'où une première équation avec comme inconnue $\mathcal{L} i_m$ et $\mathcal{L}$J. L'intégrale curviligne de O à x_m du même champ est égale à ΔV_m, d'où, d'après la condition II, une seconde équation avec les mêmes inconnues. En éliminant $\mathcal{L} i_m$ on obtient la réponse.

V. Résultats. — A partir de tableaux ([3]) donnant, en variables réduites, l'état moyen de la diode plane, on a calculé $\gamma(v_0, p)$ pour $p = 0$ (ou $p \to 0$) et l'on a formé de nouveaux tableaux qui couvrent tout le domaine des basses fréquences. (Il suffit qu'il y ait un potentiel minimum.)

La correspondance avec les résultats connus ([2]) est très satisfaisante.

Pour p grand intervient un nouveau paramètre : $(T^{1/4} . I^{-1/2} . p)$.

On a trouvé dans le domaine des ondes décimétriques une *augmentation avec la fréquence* des fluctuations de courant dues à l'émission Poissonniène, qui pourrait expliquer, dans une certaine mesure, les bruits élevés observés, avant de recourir aux autres sources de bruit.

([2]) North, Thomson et Harris, *R. C. A. Rev.*, 4, 1940, p. 441 et 5, 1940, p. 106; Rack, *B. S. T. J.*, 17, 1938, p. 592; Spenke, *Wiss. Ver. a. d. Siemens Werken*, 16, 1937, p. 19.

([3]) *P. H. J. A. Kleymen. Philips Res. Rep.*, janv. 1946, vol. I, n° 2, p. 81.

OPTIQUE MOLÉCULAIRE. — *Sur la diffusion moléculaire de la lumière par les gaz et l'absorption atmosphérique.* Note (*) de M. **Gérard de Vaucouleurs**, présentée par M. Jean Cabannes.

1. La validité de la formule de Rayleigh-Cabannes relative aux gaz parfaits

$$R = \frac{\pi^2}{2n\lambda^4}(\mu^2 - 1)^2 \frac{6(1+\rho)}{6-7\rho} \tag{1}$$

(n, nombre de molécules par centimètre cube; μ, indice de réfraction; ρ, facteur de dépolarisation) ([1]) a été mise en doute ces dernières années, en particulier dans ses applications à l'étude de l'absorption atmosphérique ([2]).

D'autre part, son extension sous la forme

$$R' = (1 + 2B\Delta)R, \tag{2}$$

au cas des gaz éloignés de l'état parfait obéissant à l'équation d'état

$$\frac{p}{\Delta} = \alpha T(1 - B\Delta)$$

a été également contestée [([1]), p. 158].

2. Il n'existait jusqu'ici que deux mesures absolues déjà anciennes de la lumière diffusée par les gaz, celle de J. Cabannes sur l'argon ([3]) et celle de P. Daure sur le chlorure d'éthyle ([4]); elles conduisaient toutes deux à des valeurs du nombre d'Avogadro trop fortes de 10 à 15 %. Quant aux valeurs tirées de l'absorption atmosphérique, il leur manquait la confirmation de mesures directes précises au laboratoire sur l'air pur et privé de poussières.

3. J'ai effectué des mesures précises de R sur l'argon, l'air et le chlorure d'éthyle à l'aide du montage précédemment décrit ([5]), par une méthode de double pesée à tare constante, par comparaison avec un diffuseur de magnésie soigneusement étalonné en valeur absolue avant et après les mesures.

Ces mesures ont donné les valeurs suivantes de R_0 (0°, 760^{mm}) et de ρ (valeur admise $\rho = 0$ pour l'argon), relatives à la radiation de longueur d'onde $\lambda = 4350 \pm 2$ Å.

(*) Séance du 2 mai 1949.

([1]) *La diffusion moléculaire de la lumière*, Paris, 1929, p. 44.

([2]) J. Duclaux, *Jour. de Phys.*, 6, 1935, p. 323, 401; **10**, 1939, p. 367; **1**, 1940, p. 41; **7**, 1946, p. 217.

([3]) *Comptes rendus*, **171**, 1920, p. 852.

([4]) *Comptes rendus*, **180**, 1925, p. 2032.

([5]) *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 914.

	Argon.	Air.	C_2H_5Cl.
ρ	(0)	0,0310	0,0142
e. p.	–	± 5	± 5
$10^8 R_0$	1,688	1,818	26,25
e. p.	± 15	± 16	± 30
$10^{-23}N$	5,99	5,98	6,09
e. p.	±07	±07	±10

Les valeurs du nombre d'Avogadro $N = 22.412 n_0$ sont déduites de R_0 par la formule (1).

L'air et l'argon donnent $10^{-23} N = 5,985 \pm 0,05$ e. p., en excellent accord avec la valeur admise $6,023 \pm 0,001$ e. p. (6).

Le chlorure d'éthyle donne aussi une valeur convenable de N par la formule (2), avec $B = +0,049$, calculé à partir des constantes critiques (7) par les formules de D. Berthelot (8).

4. Les deux meilleures déterminations de N déduites des études sur l'absorption atmosphérique, celle de Tien-Kiu, rectifiée par Dufay (9) ($6,216 \pm 0,085$) et celle de A. et E. Vassy (10) ($6,11 \pm 0,06$) sont nettement améliorées par la nouvelle valeur du facteur de dépolarisation de l'air (11) qui conduit à

$$6,10 \pm 0,085 \ (T - K) \quad \text{et} \quad 6,00 \pm 0,06 \ (V).$$

5. On a donc maintenant 5 valeurs indépendantes et concordantes du nombre d'Avogadro fournies par les études sur la diffusion ou l'absorption moléculaire de la lumière, dont la moyenne

$$10^{-23} N = 6,02 \pm 0,03 \text{ e. p.}$$

coïncide avec celle que fournissent les méthodes les plus précises de détermination N.

De plus la valeur fournie par la diffusion de la lumière observée au laboratoire concorde très convenablement avec celles déduites de l'absorption atmosphérique.

La validité générale et rigoureuse (au moins à 1 % près) de la formule de Rayleigh-Cabannes paraît donc bien établie dans tous les cas et, en particulier, son application à l'étude de l'absorption atmosphérique est entièrement justifiée.

---

(6) R. T. Birge, *Reports on Progress in Physics*, 8, 1941, p. 118.

(7) *Tables de Landolt-Börnstein*, V, p. 253.

(8) *Société française de Physique, Recueil de Constantes*, Table 82 a.

(9) *Journal de Physique*, 9, 1938, p. 297; 1, 1940, p. 251.

(10) *Journal de Physique*, 10, 1939, p. 411.

(11) G. de Vaucouleurs, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1416.

RAYONS X. — *Sur une structure particulière de certains bioxydes de manganèse.* Note de MM. **Jean Brenet** et **André Héraud**, présentée par M. Louis de Broglie.

Dans une Note précédente (1) nous avons indiqué certaines particularités de structure des bioxydes de manganèse activés en vue d'accroître leur pouvoir dépolarisant.

En particulier, nous avons rappelé le rapport que Drotschmann (2) avait voulu voir entre l'activité dépolarisante d'un bioxyde et la présence d'un anneau de Debye correspondant à l'angle de Bragg de 14° pour la radiation K_α du fer.

Nous avons repris l'étude plus approfondie des diagrammes d'une vingtaine d'échantillons d'origines diverses, soit naturelles, soit artificielles, ou résultant de traitements d'activation de bioxydes naturels. Nous avons pu classer ces diagrammes en trois catégories distinctes :

a. Les diagrammes obtenus à partir de bioxydes qui correspondent strictement à la structure de la pyrolusite, c'est-à-dire au système quadratique centré, et ne contenant absolument que les anneaux propres à cette structure.

b. Les diagrammes caractérisés par l'absence de certains anneaux de la pyrolusite, mais qui ne révèlent aucun autre anneau étranger à cette même pyrolusite. Dans ces diagrammes, les anneaux les plus remarquables de la structure pyrolusite se retrouvent toujours; en particulier, ceux qui correspondent aux systèmes de plans dont les indices sont (101), (111), (121) et parfois (110) également.

c. des diagrammes présentant tous les anneaux, ou les plus importants parmi eux, de la structure quadratique centrée correspondant à la pyrolusite, et en plus des anneaux généralement un peu diffus ou faibles que nous nommerons anneaux supplémentaires.

En considérant alors uniquement ces anneaux supplémentaires, nous avons pu établir qu'ils s'incorporaient tous parfaitement dans un ensemble qui aurait pour origine un système cristallin du type hexagonal. Les constantes a et c, et c/a de ce système ont toujours des valeurs égales ou très voisines de

$$a = 7{,}9\,\text{Å}, \qquad c = 4{,}8\,\text{Å} \qquad \text{et} \qquad \frac{c}{a} = 0{,}61.$$

Tout se passe donc comme si l'on était en présence de deux systèmes de cristaux coexistant dans les échantillons : l'un quadratique de la pyrolusite, et l'autre hexagonal, d'origine mal définie, et pour lequel, dans l'état actuel des recherches, on ne peut que formuler des hypothèses.

(1) *Comptes rendus*, 227, 1948, p. 413.

(2) *Trockenbatterien*, Leipzig; 1944.

Il y a lieu de bien noter qu'à notre avis ce sont ces anneaux supplémentaires qui ont pu maintes fois ([3]) faire admettre que l'on était en présence de plusieurs variétés de bioxydes notées MnO_2, α, β, ou γ.

Le diagramme complet correspondant au système hexagonal n'a pu être relevé que dans quelques échantillons, d'origine naturelle d'ailleurs. Dans d'autres cas, où il n'apparaît que certains anneaux de ce système hexagonal, on est en présence de bioxydes activés, et de plus, nettement moins bien cristallisés. Ceci se traduit même sur les anneaux de la pyrolusite par un certain élargissement et un affaiblissement considérable, voire même une disparition complète de certains d'entre eux, que nous avons signalée par ailleurs ([1]).

Nous devons donc, en résumé, observer que les bioxydes présentant la structure complète de la pyrolusite type rutile du groupe *a*, ont des qualités dépolarisantes et catalytiques infiniment moindres. Ces qualités sont accrues lorsque nous passons des bioxydes du groupe *a* aux bioxydes du groupe *b* ou aux bioxydes du groupe *c*.

Dans ces deux cas, *b* et *c*, les plus actifs, sont ceux qui présentent des diagrammes incomplets. tant du point de vue du système quadratique pour la catégorie *b*, que du point de vue du système quadratique et hexagonal pour la catégorie *c*.

Quant à l'existence d'anneaux supplémentaires dans les bioxydes du groupe *c*, nous devons signaler un phénomène analogue observé récemment par J. Rose ([4]) à propos d'oxydes de zinc activés du point de vue catalytique. Dans ce cas, en effet, les anneaux supplémentaires semblent liés aux conditions de préparation de ZnO, et seraient dus, selon cet auteur, à la présence d'un hydrozincite.

On peut faire le rapprochement de ces deux observations (apparition d'anneaux supplémentaires et activation) dans MnO_2 et ZnO. Cette similitude se poursuit également dans le fait que selon le mode d'activation de l'un ou de l'autre, on peut ou non obtenir un diagramme du type *c*.

RAYONS COSMIQUES. — *Évidence d'une dissymétrie Est-Ouest dans la répartition des traces isolées dues aux rayons cosmiques.* Note de M. **Max Morand**, présentée par M. Jean Cabannes.

Une interprétation satisfaisante des traces isolées, dues aux rayons cosmiques, dans les plaques photographiques, semble nécessiter de nouvelles observations. J'ai donc réalisé, en différents points à la surface du globe, des expositions de

([3]) Dubois, *Thèses*, Paris, 1935; Glemser, *Berichte der Deuts. Chemischen Gesel.*, (2), 72, 1939, p. 1879.

([4]) *Bull. Soc. Fr. de Minéralogie*, janvier-mars 1948, p. 18-62 et 75-106.

plaques nucléaires, soigneusement orientées et repérées, sous des latitudes et à des altitudes aussi favorables que possible. Des plaques (Ilford C_2+B) ont déjà été exposées environ deux mois sur le Hoggar (¹) (2300^m, 22° lat. N), et au Congo Belge (²) (Costermansville, 1600^m, 2° lat. S). Le plan des émulsions était vertical, perpendiculaire à la direction N-S. Les plaques étaient enfermées dans des boîtes en aluminium très minces (0^{mm},2) et abritées sous quelques millimètres de bois. Afin de réduire l'effet de l'absorption des rayons cosmiques à travers les plaques, ainsi que le nombre des traces provenant de phénomènes secondaires locaux, seule la partie supérieure des plaques a été explorée. Les traces isolées observées sont, en majorité, imputables à des protons. Les courbes des figures 1 et 2 reproduisent les répartitions des pro-

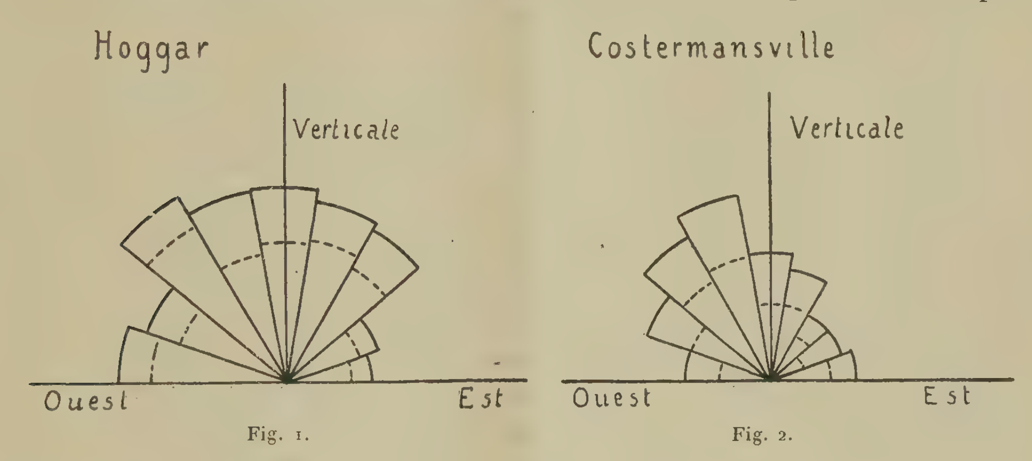


Fig. 1. Fig. 2.

jections de ces traces sur le plan de l'émulsion; toutefois, on a supprimé les traces dont le sens a pu être déterminé et qui vont en remontant dans l'émulsion, ainsi que celles qui prennent naissance dans l'émulsion. La courbe 1 (observateur : M. Beets, nombre total de traces environ 300) fait apparaître un excès de 30 traces du côté Ouest par apport au côté Est. Cet excès correspond à peu près au double de l'écart standard que l'on obtiendrait en supposant qu'une trace a une probabilité égale de se projeter à gauche ou à droite de la verticale. La dissymétrie de la courbe 2 (observateur : M. Hérion, environ 100 traces) est encore plus marquée. L'écart observé est supérieur à deux fois l'écart standard correspondant, et il y a environ deux fois plus de traces venant de l'Ouest que de traces venant de l'Est. Les écarts observés sont donc significatifs. Par conséquent, sous bénéfice d'une étude plus complète actuellement en cours pour éliminer toute cause fortuite d'origine non géomagnétique, il est raisonnable d'examiner les circonstances possibles et les conséquences à tirer de cette dissymétrie.

(¹) Par M. et Mme Vassy et M. Grenet, Directeur de l'Observatoire de Tamanrasset.

(²) Par MM. Vander Elst et Joye.

Bien que ces expositions correspondent à la traversée d'une épaisseur très notable d'atmosphère, les résultats obtenus paraissent montrer qu'une partie importante des traces isolées (de protons) est en relation directe avec les particules cosmiques primaires subissant l'action du champ magnétique terrestre (énergie maximum : quelques dizaines de Bev). Le phénomène de transparence des noyaux (lorsque l'énergie du nucléon incident ne permet pas la création multiple de mésons réels), déjà étudié ([3]) avec des nucléons expérimentaux (Berkeley) ou cosmiques (étoiles correspondant à des évaporations nucléaires de grande énergie), permet d'expliquer ces faits. Il n'est donc pas déraisonnable de penser qu'une partie des traces isolées observées dans les émulsions Ilford $C_2 + B$ correspond à des fins de protons primaires, qui ont, d'ailleurs, partiellement traversé l'atmosphère comme proton et comme neutron.

La dissymétrie Est-Ouest observée, près de l'équateur géomagnétique, dans les émulsions sensibles, grâce aux traces isolées de protons, apparaît très supérieure à celle que l'on mesure avec des télescopes de compteurs enregistrant les électrons et les mésons cosmiques. De ce fait, on peut déduire deux conclusions : d'une part, la majeure partie de ces rayons secondaires ne serait pas due aux particules primaires initialement isotropes auxquelles le champ magnétique terrestre peut interdire l'accès de la Terre, ce qui prouve une émission multiple par les primaires de très haute énergie; d'autre part, les traces isolées de protons devraient fournir un moyen efficace pour étudier le spectre des protons primaires d'énergie inférieure à 20 ou 30 Bev et pour déterminer les phénomènes nucléaires produits par les nucléons qui possèdent ces énergies, lors de leur passage à travers la matière.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Polymérisation par les rayons* γ (I). Note de M. **Adolphe Chapiro**, présentée par M. Frédéric Joliot.

Hopwood et Philips ([1]) et Rexer ([2]) ont montré qu'il est possible d'amorcer la polymérisation du styrolène et du méthacrylate de méthyle en soumettant ces monomères aux rayons γ. Dainton ([3]) a montré que dans le cas de solutions aqueuses d'acrylonitrile cet amorçage était dû essentiellement aux radicaux OH° que le rayonnement libère dans l'eau; il a pu, en particulier, détecter par spectroscopie infrarouge, la présence de groupements —OH dans le polymère formé ([4]).

([3]) R. Serber, *Phys. Rev.*, 72, 1947, p. 1114; M. L. Goldberger, *Phys. Rev.*, 74, 1948, p. 1269; P. Cüer et M. Morand, *Comptes rendus*, 226, 1947, p. 659.

([1]) *Nature*, 143, 1939, p. 640.

([2]) *Reichsber. der Phys.* (*Beihefte Phys. Z.*), 1, 1944, p. 111.

([3]) *Nature*, 160, 1947, p. 260; *Phys. and Coll. Chem.*, 52, 1948, p. 490.

([4]) Communication privée.

Nous avons entrepris une étude quantitative et systématique de la polymérisation du styrolène par les rayons γ, en nous servant d'une source de 400 millicuries de radium ([5]) entourée d'une feuille de plomb de 1^{mm} d'épaisseur. Des ampoules de 20^{cm^3}, contenant le monomère pur, ou en solution, étaient placées sur un cercle de $4^{cm},5$ de rayon, autour de la source (distance prise du centre de la source au centre des ampoules). Les produits à irradier étaient directement distillés dans les ampoules et celles-ci scellées sous vide, précaution indispensable pour éviter des périodes d'induction mal reproductibles. La progression de la polymérisation était suivie par dilatométrie; le polymère était précipité à la fin de l'expérience, séché et pesé. Les expériences étaient effectuées à une température de $12 \pm 1°$ C. Des expériences en blanc ont montré qu'à l'obscurité aucune polymérisation mesurable ne se produisait pour des temps égaux aux durées d'irradiation.

Dans ces conditions la polymérisation du styrolène pur progresse très lentement ($1,5.10^{-2}$ g % de polystyrolène par Curie-heure). Le degré de conversion est une fonction linéaire du temps, pour une source d'intensité constante; tout au moins jusqu'à 5 % de conversion du styrolène pur, et jusqu'à 15 % pour un mélange styrolène-méthanol. De plus pour une durée d'irradiation donnée, le degré de conversion est proportionnel à la racine carrée de l'intensité du rayonnement (la source variait de 100 à 400 milli-Curies), ce qui indique que la terminaison se fait par recombinaison bimoléculaire.

La polymérisation est bloquée par addition de 1 % de benzoquinone, montrant bien qu'elle procède par un mécanisme mettant en jeu des radicaux libres ([6]).

Il était intéressant de voir si la polymérisation du styrolène tout comme celle de l'acrylonitrile était accélérée par addition de corps contenant des groupes — OH. Comme il est impossible de dissoudre le styrolène dans l'eau, nous avons irradié des solutions de styrolène de concentration 80 % en moles, dans divers alcools soigneusement désséchés. Nous avons observé un accroissement de la vitesse de conversion dans le rapport 1 à 2,8 environ, le même pour tous les alcools primaires étudiés, du méthanol au *n*-hexanol. L'indépendance de la longueur de la chaîne suggère que c'est le groupe — OH qui est responsable de l'effet.

Nous avons recherché si le même effet d'accélération était produit par d'autres fonctions, et nous avons ajouté successivement à la même concentration molaire de 20 %, les composés suivants :

a. Amines primaires (*n*-butylamine et aniline) et secondaire (diétylamine), qui sont des retardateurs pour la polymérisation thermique;

([5]) Cette source a été mise à notre disposition par Mme Joliot-Curie.

([6]) Melville et Watson, *Trans, Farad. Soc.*, 44, 1948, p. 886.

b. Acétone;

c. Propionitrile;

d. Hydrocarbures (benzène et cyclohexane).

Tous ces composés ont donné une accélération, l'effet le plus faible était produit par le benzène et le cyclohexane, l'effet le plus fort par la butylamine qui s'est révélée aussi efficace que les alcools. L'efficacité des autres composés est intermédiaire entre celle des hydrocarbures et celle des alcools.

La concentration de 20 % molaire a été choisie parce qu'elle correspond à un effet maximum dans le cas du méthanol comme on le voit sur la figure 1

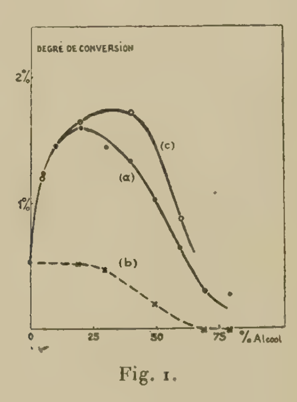


Fig. 1.

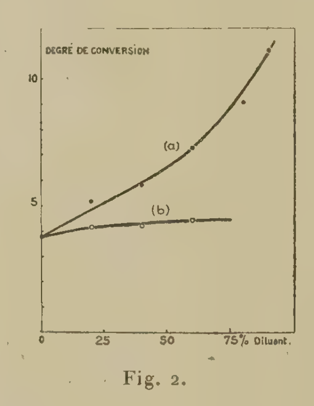


Fig. 2.

(courbe *a*) qui donne pour un temps d'irradiation de 19 Curies-heures, le degré de conversion en fonction de la concentration de méthanol. La chute brusque du degré de conversion est due probablement à la précipitation du polymère qui apparaît entre 40 et 50 % de méthanol; une chute analogue a été observée par nous pour la polymérisation thermique à 25° (courbe *b*). Ceci est confirmé en outre, par le déplacement du maximum vers des concentrations plus élevées si l'on remplace le méthanol par un alcool supérieur (courbe *c* pour le propanol) [7].

Avec le cyclohexane et le benzène qui sont de bons solvants, du polystyrolène, le degré de conversion croît régulièrement avec la concentration du diluant ajouté (*fig.* 2) (courbe *a* pour le cyclohexane, courbe *b* pour le benzène).

CHIMIE PHYSIQUE. — *Isotherme* 20°C *des solutions aqueuses renfermant les séléniates et les sulfates d'aluminium et de potassium.* Note (*) de M. **Henri Collet**, présentée par M. Louis Hackspill.

Pour cette étude, qui fait suite à celle du système analogue [1] où le sodium remplaçait le potassium, j'ai déterminé les isothermes de 20°C des

(7) *Voir* à ce sujet, R. N. Haward, *J. Polym. Sc.*, 3, 1948, p. 10.

(*) Séance du 2 mai 1949.

(1) Henri Collet, *Comptes rendus*, 228, 1949, p. 1122.

systèmes ternaires : $OH_2-(SeO_4)_3Al_2-SeO_4K_2$, $OH_2-SeO_4K_2-SO_4K_2$, $OH_2-(SO_4)_3Al_2-SO_4K_2$ et $OH_2-(SeO_4)_3Al_2-(SO_4)_3Al_2$ et des trois systèmes quaternaires : $OH_2-(SeO_4)_3Al_2-SO_4K_2$, $OH_2-(SO_4)_3Al_2-SeO_4K_2$ et OH_2—Alun sélénique de potassium—Alun sulfurique de potassium, ainsi que la composition d'une solution en équilibre avec trois phases solides.

1° *Système* $OH_2-(SeO_4)_3Al_2-SeO_4K_2$. — L'isotherme a trois branches; les deux extrêmes correspondent aux sels initiaux $(SeO_4)_3Al_2, 22OH_2$ et SeO_4K_2, l'intermédiaire à un sel double. Les droites solution-ensembles convergent vers un point du diagramme correspondant à l'alun sélénique de potassium : $(SeO_4)_3Al_2, SeO_4K_2, 24OH_2$. Cet alun, dont la solubilité est congruente, cristallise sous forme d'octaèdres cubiques de densité $D_{20}=1,924$,

2° *Système* $OH_2-SeO_4K_2-SO_4K_2$. — L'isotherme est réduite à une branche unique relative à une série continue de cristaux mixtes entre les deux sels.

3° *Système* $OH_2-(SO_4)_3Al_2-SO_4K_2$. — L'isotherme présente trois branches correspondant à : $(SO_4)_3Al_2, 18OH_2$, alun de potassium $[(SO_4)_3Al_2, SO_4K_2, 24OH_2]$ et SO_4K_2.

4° *Système* $OH_2-(SeO_4)_3Al_2-(SO_4)_3Al_2$. — Précédemment étudié ([1]).

5° *Système* OH_2—*Alun sélénique-alun sulfurique.* — L'isotherme est formée d'une seule branche traduisant l'existence d'une série de cristaux mixtes entre les deux aluns.

6° *Système* $OH_2-(SeO_4)_3Al_2-SO_4K_2$. — L'isotherme a trois branches, la branche intermédiaire correspond aux cristaux mixtes entre les deux aluns.

7° *Système* $OH_2-(SO_4)3Al_2-SeO_4K_2$. — Isotherme également à trois branches dont l'intermédiaire est relative aux mêmes cristaux mixtes entre aluns sélénique et sulfurique.

Les valeurs obtenues pour ces différents systèmes, exprimées en compositions moléculaires centésimales, permettent de tracer le diagramme carré ci-dessous.

On note l'existence de quatre nappes avec un seul point triple α en équilibre avec trois phases solides : $(SeO_4)_3Al_2$, 22 OH_2, cristaux mixtes d'aluns sélénique et sulfurique et $(SO_4)_3Al_2$, 18 OH_2.

La nappe $Aa\alpha e$ correspond à $(SeO_4)_3Al_2$, 22 OH_2.

La nappe $De\alpha d$ correspond à $(SO_4)_3Al_2$, 18 OH_2.

La nappe $abcd\alpha$, correspond aux cristaux mixtes entre les deux aluns.

La nappe $bBCc$, enfin, correspond aux cristaux mixtes formés entre le séléniate et le sulfate de potassium.

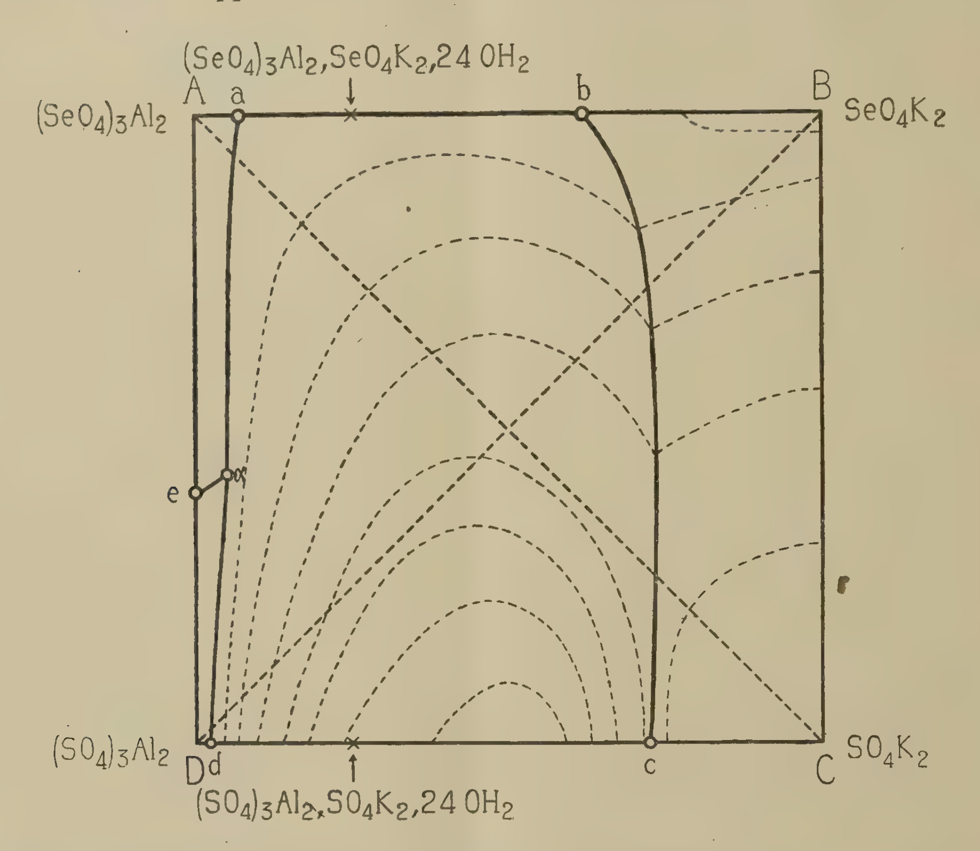
La comparaison de ce système quaternaire avec le précédent ([2]) montre que, dans le cas du potassium, il y a entre séléniate et sulfate d'une part, et les

---

([2]) *Loc. cit.*

sels doubles obtenus avec le sel d'aluminium correspondant d'autre part, des analogies qu'on ne retrouve pas avec le sodium.

Ces différences peuvent s'expliquer par la grosseur de l'ion K^+ relativement à l'ion Na^+. Le rapport des dimensions SeO_4/K_2 n'étant qu'à peine supérieur



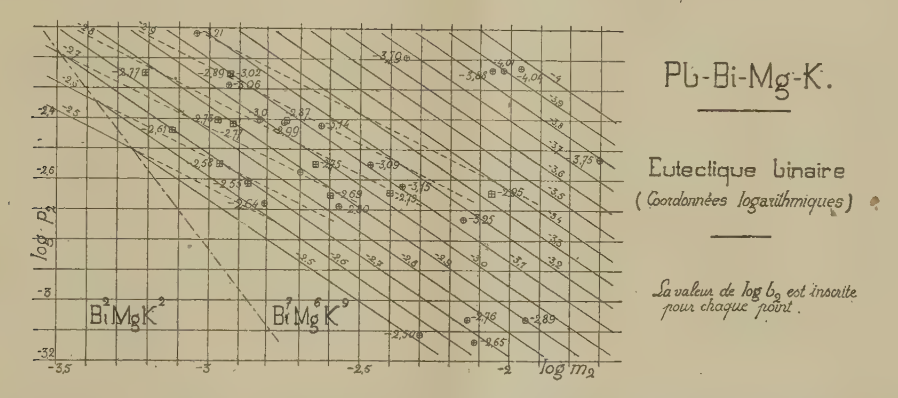
à celui de SO_4/K_2, on observe deux séries continues de cristaux mixtes, entre SeO_4K_2 et SO_4K_2 d'une part et les aluns sélénique et sulfurique d'autre part. Dans le cas du sodium les différences entre ces rapports étant plus importantes, du fait de la petitesse de l'ion Na^+, la syncristallisation ne peut s'effectuer.

Le diagramme montre de plus que le mélange de solutions concentrées de sulfate d'aluminium et séléniate de potassium d'une part, et de séléniate d'aluminium et sulfate de potassium d'autre part, laisse déposer des cristaux mixtes d'aluns sélénique et sulfurique et non des aluns mixtes de formules $(SO_4)_3Al_2$, SeO_4K_2, 24 OH_2 et $(SeO_4)_3Al_2$, SO_4K_2, 24 OH_2 comme le signalait Gerichten (³).

(³) *Ann. Liebigs*, **168**, 1878, p. 214.

CHIMIE PHYSIQUE. — *Sur les équilibres des systèmes riches en plomb contenant des métaux alcalins et alcalino-terreux.* Note de M. **Léon Jollivet**, présentée par M. Albert Portevin.

Kroll a montré en 1922 [1] que les métaux alcalins et alcalino-terreux permettent de séparer les éléments de certains alliages de plomb. Ces indications ont provoqué beaucoup de tentatives d'applications industrielles dont plusieurs ont abouti à des procédés importants. Mais exception faite des résultats de Betterton et Lebedeff [2] dont il sera parlé plus loin, les connaissances actuelles ne peuvent fournir que des indications qualitatives pour des travaux plus précis.



Nous avons étudié ces phénomènes par la méthode décrite dans nos précédentes publications [3]; voici nos résultats pour quelques systèmes :

Plomb, antimoine, sodium. — Au voisinage de l'eutectique binaire la phase solide est constituée par le composé $SbNa_3$ quand le liquide contient moins de 1,7 % d'antimoine et par le composé $SbNa$ au delà. Entre 0,1 % et 0,5 % d'antimoine la température eutectique reste voisine de 325° et les concentrations vérifient la relation $\log A_2 + 3\log S_2 = (-7,37)$ (A_2, S_2 conc. atom. en antimoine et sodium). Entre 2 % et 2,5 % d'antimoine (température voisine de 310°) les concentrations vérifient la relation $\log A_2 + \log S_2 = (-3,49)$.

Plomb, arsenic, sodium. — Nous avons déterminé l'eutectique binaire entre 1 % et 0,02 % d'arsenic. La phase solide est constituée par le composé $AsNa$. Entre 0,02 % et 0,1 % d'arsenic la température eutectique reste voisine de 325° et les concentrations vérifient la relation $\log A_2 + \log S_2 = (-5,17)$ (A_2, S_2 conc. atom. du liquide en arsenic et en sodium).

---

(1) *Metall und Erz*, **19**, jahr 1922, Heft 13, p. 317-324.

(2) *Metallurgy of lead and zinc* (*Tr. Am. Inst. Min. Met. Eng.*, **121**, 1936, p. 205-225).

(3) *Comptes rendus*, **224**, 1947, p. 1822; *ibid.*, **226**, 1948, p. 2076; *ibid.*, **228**, 1949, p. 128.

Plomb, antimoine, zinc, sodium. — Nous avons étudié des mélanges contenant 0,1 % à 0,5 % de zinc — 0,01 à 0,7 % d'antimoine — 0,02 à 0,35 % de sodium. La phase solide au voisinage de l'eutectique est constituée par le composé SbZnNa. La surface isotherme du liquide à 355° est bien représentée par la relation $\log A_2 + \log Z_2 + \log S_2 = (-7{,}91)$ (A_2, Z_2, S_2, conc. atom. en antimoine, zinc, sodium).

Plomb, bismuth, magnésium, potassium. — Nous avons étudié des mélanges contenant 0,03 à 0,5 % de bismuth, 0,04 à 0,38 % de magnésium, 0,01 à 0,20 % de potassium. La surface eutectique est représentée ci-dessus.

Les points correspondent à deux réseaux distincts :

Réseau I.... : $2\log b_2 + \log m_2 + 2\log p_2 = -13{,}26$ (composé Bi_2MgK_2),
Réseau II.... $7\log b_2 + 6\log m_2 + 9\log p_2 = -59{,}54$ (composé $Bi_7Mg_6K_9$)
(b_2, m_2, p_2, concentration atomique en bismuth, magnésium, potassium).

Les points du réseau I correspondent à des équilibres métastables hors de leur domaine. Nous avons observé ces phénomènes dans d'autres systèmes, mais jamais avec une telle ampleur.

Plomb, bismuth, magnésium, calcium. — Les propriétés de ce système sont à la base d'un autre procédé de débismuthage du plomb découvert par Betterton et Lebedeff. Ces auteurs montrent [2] que dans la phase solide la quantité de bismuth est égale à la somme de celles qui sont nécessaires pour former les composés Bi_2Ca_3 et Bi_2Mg_3 avec le calcium et le magnésium contenus. Ils en déduisent que la phase solide est constituée par ces deux composés. La réalité nous semble différente.

Nous avons déterminé la surface eutectique entre les concentrations 0,01 % à 0,05 % de bismuth, 0,01 à 0,15 % de magnésium, 0,01 à 0,1 % de calcium. Elle est bien représentée par la relation

$$2\log b_2 + 2\log m_2 + \log c_2 = -15{,}18 \quad \text{(composé } Bi_2Mg_2Ca\text{)}$$
(b_2, m_2, c_2 concentration atomique en bismth, magnésium, calcium),

Betterton et Lebedeff donnent quatre exemples de composition du solide. Les deux derniers correspondent à la formule Bi_2Mg_2Ca. Le premier correspond à la formule Bi_2Ca_2Mg ; le second a une composition intermédiaire due probablement au voisinage de la surface de transition.

Le système forme donc deux composés solides Bi_2Mg_2Ca — Bi_2Ca_2Mg. Remarquons enfin que ces composés résultent de l'association des composés : $Bi_2Ca_3 + 2Bi_2Mg_3 = 3Bi_2Mg_2Ca$; $Bi_2Mg_3 + 2Bi_2Ca_3 = 3Bi_2Ca_2Mg$, ce qui explique la relation indiquée par Betterton et Lebedeff.

Ainsi dans tous les systèmes étudiés nous retrouvons le même phénomène d'équilibre entre des composés solides ne formant pas de solution avec leurs constituants et une phase liquide où ces composés sont totalement dissociés.

Cette loi générale doit s'appliquer à tous les systèmes métalliques dont les éléments réagissants sont dilués dans un autre métal.

L'étude des réactions dans ces milieux dilués doit permettre de développer une véritable chimie des milieux métalliques, aux composés nombreux, dont on doit espérer des enseignements d'une portée théorique et pratique considérable.

Dans ce domaine le phénomène de dissociation totale a une importance comparable à la dissociation en ions pour les solutions aqueuses.

CHIMIE MINÉRALE. — *Préparation et propriétés du perchlorate d'hydrazine.* Note (*) de M. **Jean Barlot** et Mlle **Simone Marsaule**, présentée par M. Paul Pascal.

Le perchlorate d'hydrazine pur a été préparé en neutralisant l'acide perchlorique par l'hydrate d'hydrazine.

Dans un becher refroidi par de la glace et contenant l'acide perchlorique à 60 %, nous faisons couler lentement une solution aqueuse d'hydrate d'hydrazine à 75 % environ; le débit est réglé de manière à ne pas dépasser 25°C.

Une fois la neutralisation terminée, ce dont on s'assure par des touches sur un papier de tournesol, on maintient dans l'eau glacée, jusqu'à ce que la température s'abaisse aux environs de 0°, le perchlorate cristallise. On l'essore, et on le sèche dans un dessiccateur sous vide.

Par concentration des eaux mères à température ordinaire et sous pression réduite, on peut récupérer la totalité du perchlorate.

Le produit brut est facilement purifié par cristallisations successives dans l'eau, ou mieux par redissolution dans l'alcool éthylique absolu vers 60°C, suivie d'une filtration à chaud, puis d'un refroidissement à 8°-10°C. A cette température, la solubilité du perchlorate dans l'alcool est beaucoup plus faible que dans l'eau, et sa valeur est presque nulle; elle atteint par contre 69g pour 100g de solution à 60°C.

Le perchlorate d'hydrazine cristallise en aiguilles prismatiques et en lamelles paraissant appartenir au système orthorhombique.

L'analyse indique une composition correspondant à la formule ClO_4H, N_2H_4.

	Calculé pour ClO_4H, N_2H_4.	Trouvé.
N_2H_4	24,1 %	23,9 %
ClO_4H	75,9 %	75,7 %

L'hydrazine a été dosée par les méthodes classiques : à l'aldéhyde benzoïque, au permanganate acide, et à l'iodate. L'ion perchlorique a été déterminé par le procédé au nitron de Lœbich et Würtheim (1), (2) (précision de 0,25 % environ).

(*) Séance du 25 avril 1949.

(1) O. Loebich, *Zeits. anal. Chem.*, 68, 1926, p. 34-36.

(2) A. Würtheim, *Rec. trav. chim. P. B.*, 46, 1927, p. 97-101.

Le perchlorate fond à 137-138° C, en un liquide incolore; si la température s'élève davantage, on observe un dégagement d'azote à partir de 145°, puis une décomposition de plus en plus rapide et qui est totale aux environs de 230° C.

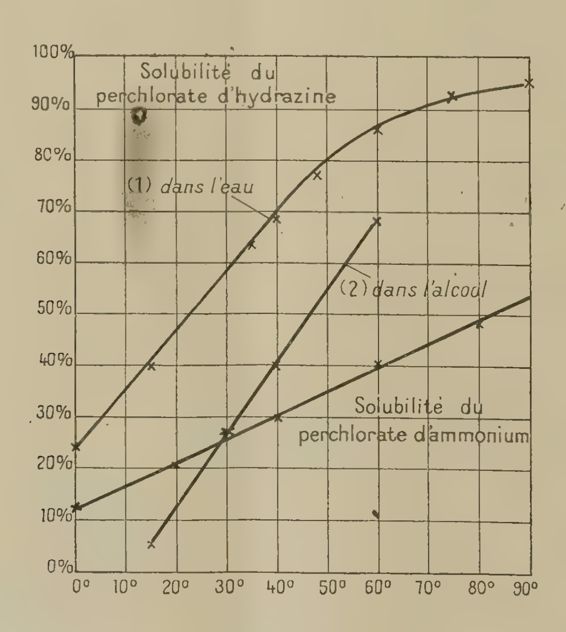
Avec des particules de quelques décigrammes, on arrive, sans explosion, à la décomposition complète; par contre, un chauffage brusque provoque une assez forte déflagration. Le perchlorate sec détone très violemment par choc ou par friction.

La densité à 15° C, par rapport à l'eau à la même température est 1,939.

Le perchlorate se dissout abondamment dans l'eau, en produisant un abaissement de température considérable. A 0°, 100g de solution saturée renferment 23g,6 de perchlorate. La solubilité augmente très rapidement quand la température s'élève : elle atteint 68g,9 à 40° C, 87g,4 à 60° C et 93g,1 à 75° C.

Dans l'alcool éthylique absolu la solubilité augmente encore plus rapidement quand la température s'élève, mais elle est très faible aux environs de 0°.

Les variations de la solubilité avec la température sont représentées par deux courbes ci-jointes; on a figuré par comparaison la courbe relative aux solutions aqueuses de perchlorate d'ammonium.



La courbe des densités des solutions aqueuses en fonction de la concentration à 15° C est presque une droite ($d = 1,004$ pour 10g/l; 1,046 pour 100g/l; 1,074 pour 170g/l; 1,101 pour 234g/l; 1,141 pour 320g/l; 1,159 pour 355g/l). Le perchlorate d'hydrazine est insoluble dans l'éther anhydre, le tétrachlorure de carbone, le trichloréthylène et le benzène.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Absorption et fixation de la soude caustique des lessives par la cellulose mercerisée*. Note de MM. **André Breguet, Robert Viatte** et M[me] **Colette Chareyron**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Nous avons précédemment étudié le comportement de la cellulose native, sous la forme de Linters de coton blanchis, dans les lessives de soude de concentration régulièrement croissante, depuis zéro jusqu'à 35 % en volumes (1). Les quantités des lessives qui gonflent la fibre cellulosique ont été déterminées par une méthode de centrifugation énergique. Nous avons pu suivre, de cette manière, la transformation progressive du réseau cristallin de la cellulose native en celui de la cellulose *mercerisée* et montrer que le phénomène de gonflement n'était pas réversible sur toute l'étendue des concentrations en NaOH des lessives.

Il paraissait intéressant de reprendre la même étude sur la cellulose préalablement mercerisée ; car, on pouvait supposer qu'avec un réseau cristallin transformé, les phénomènes de gonflement deviendraient entièrement réversibles.

La cellulose mercerisée a été préparée à partir de la même pâte de Linters de coton blanchis, par immersion dans une solution de soude caustique à 21 %, à la température ordinaire. Après égouttage des feuilles d'alcali-cellulose, celles-ci ont été lavées dans une solution de chlorure de sodium à 12 % et à 50°; dans l'eau douce courante ; puis, dans l'eau distillée. Les feuilles ont été enfin pressées, séchées à 50° et mises à conditionner à l'air, à température ordinaire. Un tel mode opératoire évite un gonflement exagéré des feuilles d'alcali-cellulose et leur désagrégation, si l'on enlevait directement l'alcali par l'eau pure (2).

Deux courbes ont été déterminées expérimentalement, représentant respectivement l'eau de gonflement et la soude totale retenues par 100^g de cellulose sèche. L'allure générale de ces courbes rappelle celle des courbes correspondantes déjà établies pour la cellulose native.

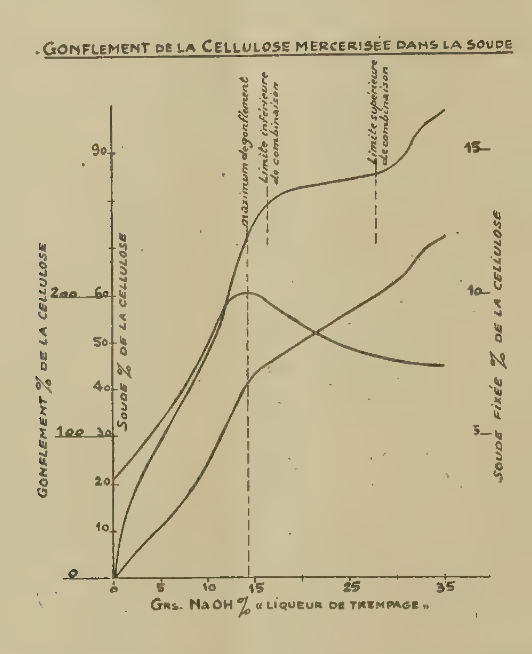
Le maximum de gonflement se situe à une concentration en NaOH de la lessive de 14,4 % en volumes, soit 12,64 % en poids ; c'est-à-dire pratiquement au même point que pour la cellulose native. Mais, jusqu'à ce maximum compris, la cellulose mercerisée montre constamment un plus fort gonflement que la cellulose native. Le mercerisage, en effet, modifie la maille cristalline, en permettant *l'accessibilité* à un plus grand nombre de groupes oxhydryles.

La courbe de la soude retenue monte aussi plus rapidement que dans le cas

---

(1) A. Breguet, R. Viatte et H. Perra, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1987.
(2) *The Rayon Record*, 1930-4-10, p. 533, E. P. 373.307.

de la cellulose native, jusque passé le maximum de gonflement, sans marquer ce changement de direction qui correspondait à la transformation progressive du réseau cristallin.



Au-dessus de la concentration 17,0 % en poids de NaOH dans la lessive de trempage, la quantité de soude totale retenue croît selon une fonction sensiblement linéaire ; mais, un peu moins vite que dans le cas de la cellulose native. Ce fait est lié au gonflement qui décroît un peu plus rapidement.

Il faut signaler l'anomalie rencontrée dans les quantités de soude absorbée, au delà de la concentration 31,0 % NaOH en volumes (24,44 % en poids) des lessives de trempage. Elle correspondrait à la formation du complexe dénommé alcali-cellulose II ([3]).

En résumé, l'étude du gonflement alcalin de la cellulose mercerisée n'indique plus trois zones différenciées, comme c'est le cas pour la cellulose native. Si l'on s'en tient à la définition précédemment donnée de la réversibilité du phénomène de gonflement, l'expérience nous a montré que ce phénomène était réversible sur toute l'étendue des concentrations des lessives de soude employées. Autrement dit, un échantillon de cellulose mercerisée mis à gonfler dans une lessive de titre compris entre 0 et 35 % NaOH en volumes, puis essoré, lavé, neutralisé, relavé et séché, reprend ensuite, dans une autre lessive de titre plus faible, sensiblement le même gonflement que s'il n'avait pas subi le traitement préalable.

([3]) HIGH POLYMERS, *Cellulose and Cellulose derivatives*, by *Emil Ott*. *Interscience Publishers*, Inc. New-York, p. 278, 711 et 738.

Enfin, nous avons calculé la courbe de la soude combinée à la cellulose, en admettant que la concentration en NaOH de la lessive qui gonfle la fibre est égale à la concentration de la lessive de trempage. Cette courbe est encore analogue à la courbe de Vieweg. Elle montre un palier entre les concentrations 14,40 et 22,50 % NaOH en poids dans la liqueur de trempage. Ce palier correspond en moyenne à 16,35 % NaOH fixé par la cellulose, c'est-à-dire $1^{mol},1$ NaOH pour 2 chaînons $C_6H_{10}O_5$. Aux erreurs d'expérience près, on retrouve le composé $(C_6H_{10}O_5)^2$ NaOH.

CHIMIE ORGANIQUE. — *Sur l'hydrogénation et l'hydrogénolyse catalytiques des esters et des amino-esters acétyléniques et éthyléniques.* Note (*) de M. **Israël Marszak**, Mme **Andrée Marszak-Fleury** et M. **Michel Koulkes**, présentée par M. Maurice Javillier.

D'après une Note précédente (1) les amino-esters acétyléniques dont la fonction ester se trouve en position α vis-à-vis de la fonction acétylénique subissent une scission au cours de leur hydrogénation catalytique, à la température et sous la pression ordinaires, avec départ de la fonction ester

$$R_2C(OOCR)-C{\equiv}C-CH_2NR_2+3H_2 \rightarrow R_2CH-CH_2-CH_2-CH_2NR_2, \quad RCOOH$$

Nous avons par la suite constaté que, contrairement à ces amino-esters acétyléniques, les amino-alcools et les amino-éthers correspondants ainsi que les amino-esters dont la fonction ester se trouve en position β vis-à-vis de la fonction acétylénique ne se scindent pratiquement pas dans les mêmes conditions (2). C'est donc la présence de la fonction ester, dans le cas des bases étudiées, qui facilite particulièrement l'hydrogénolyse, pourvu que cette fonction se trouve sur un carbone au voisinage direct d'une liaison non saturée.

Nous avons alors recherché si les esters α-acétyléniques et α-éthyléniques, qui ne contiennent pas de groupement aminé, ne subiraient pas eux aussi une hydrogénolyse dans les mêmes conditions (3). Effectivement, leur hydrogénation s'accompagne de la libération d'une certaine quantité d'acide; des essais parallèles effectués dans des conditions identiques, mais en l'absence d'hydrogène, n'ont révélé aucun développement d'acidité.

La quantité d'acide libérée après l'hydrogénation complète est donc une mesure commode de l'importance de l'hydrogénolyse. Dans le cas actuel, la scission s'accompagne en effet d'un dégagement de gaz et l'importance

---

(*) Séance du 2 mai 1949.

(1) I. Marszak et A. Marszak-Fleury, *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1289.

(2) Travaux non publiés, exécutés en partie en collaboration avec Mme Diament.

(3) L'hydrogénolyse des alcools, éthers et esters non saturés sous pression et à température élevée a été déjà signalée (Lespieau, *Comptes rendus*, 158, 1914, p. 1187; Adkins et Shriner dans Gilman, *Organic Chemistry*, 1, p. 820, 2e Éd.).

du phénomène ne saurait être déduite de la simple mesure d'une variation de volume. L'hydrogénolyse dépend des solvants et des catalyseurs. Elle est plus importante dans l'alcool que dans le dioxane. Le platine est plus actif que le nickel Raney et ce dernier plus que le paladium. Exemples :

% de l'hydrogénolyse avec		Pt.	Ni.	Pd.
$CH_3COOCH_2C\equiv CH$	Alcool......	65	21	8
$CH_3COOCH_2CH=CH_2$	»	54	12	5
$CH_3COOCH_2C\equiv CH$	Dioxane......	13	12	2
$CH_3COOCH_2CH=CH_2$	»	13	5	2

(Concentrations : 1 mol./g/l. Platine et palladium sur support).

Nous nous sommes demandé si la facilité particulière d'hydrogénolyse de ces α esters ne pouvait pas être due au caractère ionique de la liaison entre le carbone portant la fonction ester et l'oxygène de cette fonction, caractère qu'on peut éventuellement admettre d'après Dupont ([4]) et Prévost et Kirrmann ([5]). Dans ces conditions, en se basant sur l'équilibre habituel d'ionisation, l'élimination de l'acide libéré au cours de l'hydrogénolyse devait exalter le phénomène et, au contraire, l'addition préalable de cet acide devait le freiner. Nous avons donc réalisé l'hydrogénation des esters cités en ajoutant à la solution à hydrogéner, soit une molécule d'une base tertiaire, butyl ou heptyldiéthylamine, pour une molécule d'ester, soit 2 à 4 molécules de l'acide correspondant à l'ester. Les résultats obtenus apportent un certain appui à l'hypothèse envisagée. Exemples :

% de l'hydrogénolyse avec		Solvant.	I.	II.	III.
$CH_3COOCH_2C\equiv CH$	Ni........	Alcool	21	45	11
$C_6H_5COOCH_2C\equiv CH$	Ni........	»	12	49	7
$CH_3COOCH_2CH=CH_2$	Ni........	»	12	35	7
$CH_3COOCH_2CH=CH_2$	Ni........	Dioxane	5	11	0
$CH_3COOCH_2CH=CH_2$	Pt........	»	13	84	10
$CH_3COOCH_2CH=CH_2$	Pd........	»	2	6	0

I. Sans adjuvant; II. En présence de base; III. En présence d'acide.

De toute façon, ces résultats rendent compréhensible le fait que les amino-esters non saturés soient particulièrement aptes à subir ce phénomène d'hydrogénolyse : l'acide libéré peut être ici fixé directement par la fonction aminée se trouvant dans la molécule même. Il nous a paru alors intéressant de voir comment se comportent ces amino-esters, lorsque la fonction aminée est préalablement salifiée. Nous avons donc hydrogéné les chlorhydrates de ces bases dans les mêmes conditions, en suivant la marche de la réaction par dosage de

([4]) G. Dupont, *Bull. Soc. Chim.*, 41, 1927, p. 1101.

([5]) Ch. Prevost et A. Kirrmann, *Bull. Soc. Chim.*, 49, 1931, p. 194 et 1309.

l'acidité et en isolant les produits formés. Jusqu'à l'absorption d'une molécule d'hydrogène, l'acidité initiale due à la salification n'augmente pas de plus de quelques centièmes et nous avons obtenu avec de bons rendements les chlorhydrates des amino-esters éthyléniques, classe de produits encore à peine connue. Ex. : Chlorhydrates de diméthylamino-1-acétoxy-4-butène-2 F 101°, de diéthylamino-1-benzoxy-4-butène-2 F 142°, de diméthylamino-1-méthyl-4-benzoxy-4-hexène-2 F 130°.

Après l'absorption de la première molécule d'hydrogène, l'acidité croît au contraire et la scission a lieu simultanément avec l'hydrogénation de la double liaison. La quantité totale d'hydrogène absorbé dépasse deux molécules, mais reste inférieure à trois. Si l'on ajoute de l'acide correspondant à l'ester, l'hydrogénolyse est, ici aussi, freinée davantage et l'hydrogénation normale en chlorhydrate d'amino-ester saturé se trouve favorisée.

GÉOLOGIE. — *Sur les différents types de granites atacoriens au Dahomey.* Note de M. **Robert Pougnet**, présentée par M. Charles Jacob.

Au Dahomey j'ai défini (¹) un ensemble de granites postérieurs aux quartzites de l'Atacora, qu'ils migmatisent en certains points. Je les appelle granites atacoriens et les diviserai en deux groupes :

1. Granites anciens. — Ils sont contemporains de la fin du métamorphisme atacorien et présentent des phénomènes d'écrasement ou même de recristallisation assez forte (avec présence d'épidote presque constante).

Ils sont généralement concordants avec la schistosité des terrains cristallophylliens archéens ou atacoriens dans lesquels ils se sont mis en place. Ils peuvent donner sur leurs bords des faciès de migmatites. Ils présentent le plus souvent une grande hétérogénéité due à l'existence de nombreuses phases de mise en place, à leur caractère migmatique (faciès endomorphes) et à la possibilité de différenciations générales.

Il est possible de distinguer dans ces granites quatre faciès principaux correspondant à quatre phases successives de mise en place : faciès grenu large porphyroïde, grenu fin, aplitique et pegmatitique. Il est à noter toutefois que souvent plusieurs phases ont été simultanées et ont donné naissance à des massifs granitiques à caractère complexe.

A. *Faciès grenu large.* — La structure est généralement granoblastique. Les types minéralogiques sont très variés.

a. Granites à biotite, calcoalcalins. Je prendrai comme type le granite de Ouari (route Sinendé-Guessou) à gisement concordant, structure granoblastique à quartz microcline et oligoclase basique, biotite. Il faut rapporter également à ce type les granites des Tannékas et les massifs de Kossou et Yakrigourou bien qu'ils comportent des différenciations porphyroïdes.

b. Granodiorites. Exemple : granodiorite de Bimbéréké, à gisement concordant, en intrusion dans les quartzites de Bimbéréké, structure grenue avec traces de métamorphisme, oligo-andesine, quartz et orthose, biotite.

(¹) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 2161-2162.

c. Diorites quartziques. Exemple : diorite quartzique de Goungoun à structure porphyroclastique, quartz rare et andésine, biotite et hornblende.

d. Diorites. Exemple : diorite de Doguéré, à structure grenue, andésine, hornblende et biotite.

B. *Faciès porphyroïde.* — Les granites à faciès porphyroïde se présentent en massifs concordants et orientés, souvent à l'intérieur des massifs grenus. Un bel exemple est constitué par le massif de Péangou, à structure porphyroblastique à grands cristaux de microcline et d'oligoclase, quartz, biotite et muscovite.

C. *Faciès grenu fin.* — Ce faciès semble partout correspondre à une phase postérieure à la phase porphyroïde. En effet, il recoupe le faciès porphyroïde (en filons) ou contient des enclaves de celui-ci, et d'autre part sa structure est toujours grenue ou grenue étirée mais jamais granoblastique. Les plus beaux exemples observés sont les massifs de Dunkassa et de Bouka :

a. Massif de Dunkassa : C'est un petit batholite en ellipse de granite de teinte claire à grain très fin ou moyen, légèrement étiré, à structure grenue, quartz, microcline, andésine, biotite brune;

b. Massif de Bouka : granite à grain très fin de teinte claire à tendance aplitique, structure grenue, quartz, microcline, andésine, biotite. Il semble que ce soit aussi un batholite concordant en ellipse.

D. *Faciès aplitique et pegmatitique.* — La phase grenue fine est suivie d'une phase aplitique puis d'une phase pegmatitique, qui recoupent en filons les phases précédentes. Les pegmatites sont de trois types : 1° Quartz + muscovite; 2° Quartz + muscovite + feldspath; 3° Quartz + feldspath, et renferment assez fréquemment de la tourmaline.

2. Granites récents. — A. *Granites porphyroïdes.* — Dans la région Sinendé-Yarra-Lougou et souvent à l'intérieur des massifs de granites anciens de cette région, on peut définir des petits massifs discordants de granite porphyroïde normal appartenant à une série plus récente, et ceci pour deux raisons : ces granites sont peu ou pas orientés, sans traces de métamorphisme et d'autre part ils renferment des enclaves de granite grenu à biotite appartenant vraisemblablement à la phase grenue fine des granites anciens. Quatre massifs sont pour l'instant à classer dans ce groupe :

a. massif de Sinendé, à structure porphyroïde avec phénocristaux de microcline et d'oligoclase, biotite;

b. Massif de Yarra, très porphyroïde, du type *dent de cheval*;

c. Massif de Lougou;

d. Massif de Guézébani.

B. *Granites à quartz granulitique.* — La série granitique au Dahomey semble comporter une phase assez particulière. Il s'agit d'un granite, observé jusqu'ici en un seul point, près de Diéda, à structure largement grenue, quartz à structure granulitique, orthose et microcline faculés d'albite, oligoclase. Par certains caractères (quartz granulitique, orthose faculé d'albite), et bien qu'il soit calcoalcalin, il se rapprocherait des *jeunes granites* de la série alcaline d'A. O. F.

Pour conclure, on peut définir deux caractères généraux des granites atacoriens :

1° Les venues granitiques successives sont de plus en plus discordantes. Elles débutent par les phases grenues larges et porphyroïdes des granites anciens, franchement concordantes avec faciès migmatitiques, se poursuivent avec la phase grenue fine en batholites concordants mais sans faciès migmati-

tiques et se terminent par les granites récents porphyroïdes et à quartz granulitique, discordants.

2° Les venues granitiques sont de plus en plus différenciées : les phases grenue, large et porphyroïde sont très hétérogènes (granites à biotite et muscovite, granodiorites, diorites quartziques, diorites) alors que la phase grenue, fine semble déjà présenter une composition invariable (granite monzonitique à biotite). Il en est probablement de même pour les granites récents.

En résumé, il y a évolution vers le type homogène discordant.

GÉOLOGIE. — *Découverte du Ptérobranche* Rhabdopleura *à l'état fossile dans le Crétacé supérieur en Pologne.* Note de M. **Roman Kozlowski**, présentée par M. Charles Jacob.

J'ai exposé ailleurs (¹) les arguments qui militent en faveur d'une parenté étroite entre les Graptolithes et les Ptérobranches actuels. J'y ai émis l'opinion que les Ptérobranches constituent une souche fort ancienne, déjà différenciée au début de l'Ordovicien, et j'ai conclu en disant : « Si notre raisonnement est correct, il faut s'attendre à trouver des Ptérobranches non seulement dans les terrains paléozoïques, mais également dans les mésozoïques et les tertiaires ».

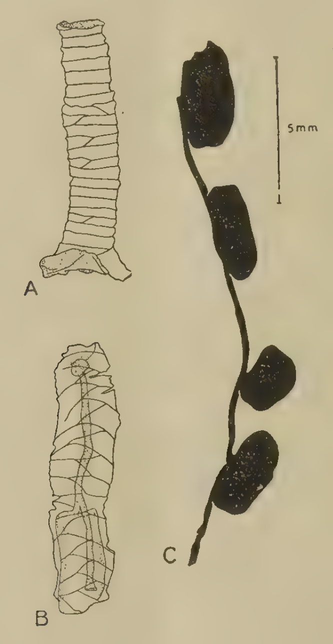
Mes prévisions viennent d'être en partie confirmées : je viens de découvrir des restes bien caractéristiques et abondants d'un Ptérobranche aujourd'hui vivant, du genre *Rhabdopleura*, dans le Crétacé supérieur en Pologne (²).

En Pologne, surtout dans sa partie orientale, le Maestrichtien est suivi d'une série des roches marneuses, plus ou moins sableuses, en général pétries de spicules d'Éponges, désignées localement, à cause de leur teinte grisâtre, du nom de *siwak* (= grisonne). Les meilleurs affleurements de cette formation se trouvent le long de la vallée de la Vistule, entre les villes Kazimierz et Pulawy. La faune du *siwak*, en dehors d'abondants Foraminifères et d'Éponges — ces dernières représentées presque exclusivement par des spicules isolés — est assez pauvre, comprenant surtout de petits Lamellibranches et Gastéropodes à test mince. Sporadiquement, on y trouve aussi des Échinides appartenant à des espèces nouvelles du genre *Echinocorys* et, dans son assise basale, on rencontre *Belemnitella mucronata*. Toutes les observations faites jusqu'à présent font admettre que la plus grande partie du *siwak* correspond au Danien.

(¹) Kozlowski, *Biol. Rev.*, 22, Cambridge, 1947.

(²) Je tiens à ajouter qu'à Londres, lors du dernier Congrès Géologique International, j'ai appris de la part du Dr H. Dighton Thomas qu'avec M. A. G. Davis, ils ont trouvé un *Rhabdopleura* fossile dans le London Clay du Hampshire. La présente Note était rédigée, quand une lettre du Dr Thomas ajoute que ses spécimens furent trouvés adhérant à la surface de galets, étant représentés par des tubes zoïdaux et des tubes rampants, ces derniers contenant parfois des stolons. La forme anglaise serait voisine de l'espèce actuelle *R. normani* Allman. La description de ce matériel doit paraître prochainement dans le *Bull. Brit. Mus. Nat. Hist.* — En tout cas, j'ai l'agréable devoir de reconnaître l'évidente priorité des auteurs anglais dans la découverte de *Rhabdopleura* à l'état fossile.

Dernièrement le Service géologique de Pologne a fait exécuter, dans la localité Gora Pulawska, sur la rive gauche de la Vistule, un forage passant à travers presque toute la série du *siwak*, sur une épaisseur près de 40^{m}, et pénétrant une quarantaines de mètres dans le Maestrichtien sous-jacent. Le but en était purement scientifique : il s'agissait surtout de recueillir une succession aussi complète que possible de faunes des Foraminifères.



Tubarium de *Rhabdopleura* sp. du Crétacé sup. de Góra Pulawska, Pologne.

A. Tube zoïdal. — B. Fragment du tube rampant avec stolon, comprenant deux loges stolonales dont une (en bas) avec kyste de bourgeon stérile (Vu par transparence), — C. Fragment du stolon avec 4 kystes des bourgeons stériles.

Examinant certains échantillons de carottes, exceptionnellement marneux, provenant d'une profondeur d'environ 20^{m}, j'y ai remarqué la présence de menus fragments chitineux. Ayant dissous ces échantillons dans l'acide chlorhydrique, j'ai constaté, à ma grande surprise, la présence des tubes zoïdaux, plus ou moins complets et tout à fait typiques, de *Rhabdopleura*, animal inconnu jusqu'ici à l'état fossile. Poursuivant mes recherches, j'ai constaté aussi que la roche en question renferme, souvent en abondance, les caractéristiques stolons noirs. A ces stolons sont fréquemment attachés des kystes de bourgeons stériles.

Les débris les plus fréquents et les mieux conservés correspondent aux stolons et aux kystes des bourgeons stériles. Les tubes zoïdaux sont assez rares, et plus encore, les tubes rampants avec, à l'intérieur, des stolons.

Par les caractères de ses parties chitinisées, notre *Rhabdopleura* fossile se rapproche étroitement de l'espèce actuelle *R. normani* Allman. Mais, seule une comparaison minutieuse avec cette dernière, permettra d'établir si la forme fossile de Pologne n'est pas une espèce indépendante.

L'étude poursuivie des carottes du forage de Góra Pulawska m'a permis de constater que *Rhabdopleura* y a une grande répartition verticale, puisqu'on la

rencontre à travers la série entière du « siwak » et également dans les parties supérieures du Maestrichtien typique.

Les roches dans lesquelles se présente le *Rhabdopleura* doivent correspondre à des sédiments d'une mer pas très profonde, à sédimentation tranquille, dont le fond était habité principalement de Spongiaires et de Foraminifères. On y rencontre aussi de menus débris végétaux, surtout des cuticules, indiquant que les rivages ne devaient pas être trop éloignés.

En terminant, j'attire l'attention sur l'étonnant conservatisme du genre *Rhabdopleura*. L'animal peut être rangé dans la catégorie des *fossiles vivants*, puisqu'il ne semble avoir guère changé depuis le Crétacé supérieur. Peut-être des recherches futures feront-elles reculer encore considérablement le moment de sa première apparition.

GÉOLOGIE. — *Le Crétacé inférieur dans l'Ouest de la Chaîne Numidique.* Note de M. **Michel Durand Delga**, présentée par M. Paul Fallot.

Dans la partie occidentale de la Chaîne Numidique, j'ai distingué, sur un autochtone à matériel mésozoïque, un ensemble charrié, poussé du Nord vers le Sud, comprenant une série d'écailles, elles aussi à constituants secondaires, chevauchées par le cristallin (Paléozoïque) de Petite Kabylie. Isolée en avant du front de ces diverses unités, la klippe jurassique du Djebel Sidi-Marouf ([1]) est à rattacher à l'une des écailles plus septentrionales.

L'ampleur des écailles varie latéralement; elles peuvent même localement disparaître. Sur la transversale du massif du Moul ed Demamène ([2]), au centre de la région étudiée, on observe, de la base au sommet : l'écaille des Kefs Sassenene et Bou Rhaleb (parautochtone?); l'écaille du Dj. Maharda (ou de Tissimiran), avec le décollement accessoire de Bou Djoudoun; l'écaille des dolomies (ou du Dra del Kasba).

L'autochtone est largement représenté au Sud de ce massif, entre les gorges des Beni-Haroun et le défilé de Bir Lakdar. Au sein du Crétacé, qui en forme la majeure partie, se montrent deux anticlinaux réguliers, orientés Est-Ouest. Le plus oriental, celui du Kalaa et Touma, prolongement du Mcid Aïcha, est relayé, vers l'Ouest, avec un décalage au Nord de 3^{km}, par celui de l'Oued Itera.

Les conditions de dépôt et les faciès du Néocomien varient suivant l'unité envisagée. Dans l'autochtone, plus spécialement dans l'anticlinal de l'Oued Itera, le Crétacé inférieur est composé de calcaires marneux, lités, contenant à leur base de minces bancs de brèches à petits éléments, pouvant se répéter plus haut dans la série. Ce Néocomien repose en discordance légère sur les grès du Trias ou sur les calcaires de la base du Lias inférieur. Toujours dans l'autochtone, l'anticlinal du Kalaa et Touma présente, sur son flanc nord et

---

([1]) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1913.
([2]) *Comptes rendus*, 226, 1948, p. 1826.

à son extrémité orientale, des marnes schisteuses attribuables au Crétacé inférieur (?). Ces marnes, auxquelles se mêlent, vers le bas, des bancs de poudingues, surmontent des calcaires marneux du Lias moyen (?), par l'intermédiaire d'un puissant conglomérat de base.

L'écaille des Kefs Sassenene et Bou Rhaleb montre, au Nord de ces pitons, une série de calcaires marneux et de marnes schisteuses, du Néocomien fossilifère, épaisse de 200 à 300^{m}. La série crétacée est en légère discordance sur les calcaires marneux et calcaires à silex de la partie supérieure du Lias ou sur les calcaires compacts du Lias moyen (?). Sur le flanc Nord du Bou Rhaleb, le plus occidental des deux sommets, le Néocomien à *Aptychus angulicostatus* comporte à sa base un épais conglomérat, où l'on note des blocs remaniés de calcaires à *A. Beyrichi* du Malm (inconnu par ailleurs dans cette unité). Dans la portion orientale du Kef Sassenene, sur la rive droite de l'Oued-el-Kébir, des marnes schisteuses à *Duvalia* ravinent les calcaires liasiques et leur arrachent des galets.

L'écaille de Tissimiran (ou du Dj. Maharda) montre, dans sa partie méridionale, des marnes schisteuses attribuées, bien que sans preuve paléontologique, au Crétacé inférieur. Elles surmontent par l'intermédiaire d'un conglomérat de base, massif mais sporadique, les calcaires marneux et marnes du Toarcien. Un peu plus au Nord, vers Bou Djoudoun, le Crétacé inférieur, décollé à sa base, recouvre des marnes gréseuses et calcaires dolomitiques compacts, représentant la base du Dogger (?). Des galets de toute la série liasique existent, épars, dans les couches de base de ce Néocomien décollé, qui était donc originellement transgressif.

Dans la même écaille de Tissimiran, mais à sa partie septentrionale, le Néocomien est représenté par 100 à 200^{m} de calcaires marneux à *Aptychus Mortilleti* et *A. Didayi*, et Ammonites; il se réduit considérablement vers l'Est (Bou Hdach). Sans présenter de conglomérat de base, ce Néocomien possède, dans sa partie inférieure, de minces niveaux de fines brèches; il repose sur des calcaires en bancs à lits siliceux (Malm inférieur?), ou, ailleurs, sur des argiles calcarifères à Radiolaires peut-être assimilables à l'*Argovien* décrit dans les Babors par Ehrmann.

L'écaille du Dra del Kasba (ou des dolomies) comporte un complexe principalement tithonique, recouvert, dans la partie septentrionale de cette lame, par des grès peut-être néocomiens.

Dans le Sidi-Marouf, sous le Tithonique renversé, qui forme, au Sud, la base de cette klippe, on remarque des marnes schisteuses à *Aptychus* cf. *Didayi*. Il y a ici passage continu entre Jurassique et Crétacé.

Si l'on remet à leur place originelle les unités qui viennent d'être énumérées, on constate que le Néocomien s'est déposé du Nord au Sud, sur des termes de plus en plus anciens. Dans le Sidi-Marouf et dans l'écaille du Dra del Kasba, il est en continuité sur le Tithonique; dans le Nord de l'écaille de Tissimiran, il est superposé au Malm inférieur ou moyen; dans le Sud de la même lame, au Dogger ou au Lias supérieur; dans l'écaille des Kefs, au Lias supérieur ou moyen; dans la série autochtone, au Lias moyen ou inférieur, ou même au Trias.

La transgression du Crétacé inférieur se traduit ainsi par une *discordance de mapping* étendue à une bande mesurant 30^{km}, du Nord au Sud, transversalement à la chaîne. En quelques points seulement, la discordance est visible sur le terrain. Des ravinements locaux et des conglomérats de base soulignent très généralement la base du Crétacé.

On connaît en d'autres régions d'Algérie les traces d'une phase orogénique anténéocomienne. Ici, dans l'Ouest de la Chaîne Numidique, les observations résumées plus haut montrent qu'elle ne s'est traduite que par des mouvements d'importance limitée ou des déformations à grand rayon de courbure.

GÉOLOGIE SOUS-MARINE. — *Sur des Trilobites dragués à 4255^m^ de profondeur par le* Talisman (1883). Note de M. **Raymond Furon**, présentée par M. Paul Fallot.

La croisière du *Talisman*, effectuée en 1883 sous la direction scientifique d'Alphonse Milne Edwards, a recueilli de nombreux matériaux zoologiques et géologiques. Elle achevait la campagne commencée en 1880 avec le *Travailleur*.

Du 1er juin au 31 août 1883, le *Talisman* a visité les côtes de l'Afrique occidentale, la Mer des Sargasses, les Açores et le Golfe de Gascogne. Huit volumes, parus entre 1888 et 1907, ont fait connaître une partie des résultats zoologiques. L'introduction qui devait être rédigée par Milne Edwards n'a jamais vu le jour, non plus que l'étude des boues marines et des roches qui ont été draguées (sauf quelques lignes de Milne Edwards lui-même et du marquis de Folin) [1]. Après la mort de Milne Edwards, les roches furent déposées au Laboratoire de Géologie du Muséum, les autres matériaux restant conservés au Laboratoire de Malacologie. Les étiquettes originales accompagnent les échantillons, numérotés. Il n'existe aucun manuscrit inédit dans les archives des divers Services.

Les matériaux géologiques les plus intéressants proviennent d'une série de dragages effectués au Nord-Est des Açores, du 22 au 29 août, à des profondeurs variant de 3000 à 5000 mètres, sur des fonds tapissés de boues à Globigérines : 22 août, au Nord de San Miguel, galets de ponce; 24 août, dragage 133, 3975^m^-4060^m^, lat. 42° 19′ N, long. 23° 36′ W Paris, galets de quartzite, de calcaire siliceux et plaquette de schiste portant un fragment de Trilobite indéterminable; 25 août, 4165^m^, quelques galets de ponce; 26 août, dragage 136, 4255^m^, lat. 44° 20′ N, long. 19° 31′ W Paris, pas de ponce, mais de nombreux galets de quartzite, de silexite, de calcaire, et une plaque de schiste avec un pygidium de Trilobite; 27 août, 5005^m^, vase blanche, sans aucun galet.

L'examen de ces matériaux permet quelques déductions :

1° La totalité des fonds de cette région de l'Atlantique oriental est tapissée de boues à Globigérines;

---

(1) A. Milne Edwards, *l'Expédition du* Talisman *faite dans l'Océan Atlantique* (*Bull. Ass. sci. Fr.*, (2), 7, 1883. p. 138-139, 8, p. 157-179); Marquis de Folin, *Sous les mers. Campagne d'exploration du* Travailleur *et du* Talisman, un vol. in-16, 340 p., Paris, 1887.

2° Plusieurs dragages, effectués suivant une ligne droite de 500^{km} en direction du Nord-Est, ont ramené de la boue à Globigérines et des fragments de roches.

3° Les galets de ponce se rencontrent jusqu'à 400 kilomètres des Açores, mais pas au delà.

4° Les dragages 133 et 136, à 250^{km} l'un de l'autre, ont ramené des galets de roches diverses, dont des plaquettes de schistes gréseux à Trilobites.

5° Les galets ne doivent pas avoir été apportés du Nord par des glaces flottantes comme l'a supposé Milne Edwards, car il n'existe aucun courant de surface Nord-Sud et le Gulf Stream a certainement provoqué un réchauffement des eaux de surface, même pendant le Quaternaire. Ces galets doivent être relativement en place; ils proviendraient du démantèlement d'un relief sous-marin situé à l'Ouest de la grande fosse qui s'étend au large de la péninsule ibérique.

6° Ce relief sous-marin évoque celui d'une zone continentale immergée à une époque géologique récente. D'après des renseignements inédits, communiqués par le Service Hydrographique de la Marine et par M. Paul Fallot, la zone intéressée semble beaucoup plus accidentée que ne l'indiquent les cartes publiées.

Ce sont à notre connaissance, les premiers fossiles de quelque antiquité ramenés des grandes profondeurs. Ils apportent la preuve d'un relief sous-marin partiellement constitué par des roches sédimentaires d'âge paléozoïque, affirmant ainsi l'existence d'un Atlantique primaire. L'importance de ces reliques constitue un encouragement à la reprise des dragages en des points choisis, susceptibles d'apporter des données essentielles à notre connaissance de la constitution géologique du fond des océans.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Niveaux et cycles d'érosion dans le massif du Nimba* (haute Guinée française). Note de MM. † **Jean-Charles Leclerc**, **Maxime Lamotte** et **Jacques Richard-Molard**, présentée par M. Emmanuel de Martonne.

Niveaux et cycles d'érosion ont encore été rarement signalés dans les montagnes sub-équatoriales de l'Afrique occidentale. Cette rareté semble correspondre à la rareté du fait lui-même dans des régions où l'érosion mécanique des eaux courantes ne joue qu'un rôle secondaire en regard de la décomposition chimique et où domine un modelé mou ou en pains de sucre.

Pourtant le massif du Nimba conserve la trace très nette d'une série de niveaux d'érosion. Il le doit, d'une part, à sa structure caractérisée par de puissantes couches de quartzites redressées jusqu'à la verticale, au milieu d'un complexe granito-gneissique beaucoup moins résistant; d'autre part à la forte teneur en fer de ses quartzites (hématite et oligiste), qui les rend peu altérables.

L'observation montre, en effet, que les galets de quartzites ferrugineux, entraînés par les cours d'eau et accumulés sur les surfaces sub-horizontales de piedmont, se cimentent *en surface* avec rapidité, grâce à l'apport d'une grande quantité d'oxyde de fer et à l'alternance des saisons sèche et pluvieuse. La surface se trouve ainsi recouverte d'un véritable poudingue à gros éléments de quartzite et à ciment ferrugineux, formant une cuirasse pratiquement inaltérable et très dure. Elle est de la sorte fossilisée et soustraite à l'érosion. Ce processus explique la conservation ici de plusieurs niveaux superposés, fossilisés les uns après les autres par des cuirasses à éléments *allochtones*, reposant en discordance sur leur substratum, celui-ci étant formé de roches quelconques, même tendres et altérables comme des granites et des schistes.

Nous avons reconnu les niveaux suivants :

1° La surface de piedmont, qui fait partie d'une vaste pénéplaine (Nzo-Nzérékoré) se prolongeant dans presque toute la Guinée forestière, à 500-550^m d'altitude. Cette pénéplaine est en quelque sorte *matérialisée*, sur le pourtour du massif, par la carapace ferrugineuse, qui forme un glacis protecteur, surtout développé vers l'Ouest et le Nord. Déjà fossilisée, elle est entaillée actuellement, à la fois du côté du Libéria et de la Côte d'Ivoire, par la remontée de l'érosion des fleuves côtiers (cette action est particulièrement sensible vers le Sud, où le massif n'a pas, ou n'a plus, son glacis protecteur (Yanlé).

2° Une autre surface, particulièrement intéressante par son inclusion dans le relief tourmenté du massif, qui constitue tout autour de la partie septentrionale de la chaîne une sorte d'auréole accrochée aux pentes vers 850^m.

Elle forme çà et là de longs entablements qui s'abaissent lentement, plus ou moins découpés par les torrents. Une cuirasse ferrugineuse très épaisse la souligne, dépassant parfois 10^m, particulièrement dure et inaltérable, qui lui a permis de résister, lors du cycle suivant, à une vigoureuse reprise d'érosion, fonction du climat chaud et humide.

Cette surface sensiblement inclinée traduit l'existence, lors de sa formation, d'un relief déjà accentué au pied duquel elle s'est développée.

Elle se rattache aux nombreux reliefs résiduels qui, tout autour du massif et dans toute la *Dorsale guinéenne*, culminent à des hauteurs oscillant entre 750 et 850^m.

3° La surface la plus ancienne qui a laissé sur la ligne des crêtes, vers 1650^m, des témoins particulièrement remarquables : ce sont des surfaces tabulaires subhorizontales, suspendues au-dessus d'abrupts de plus de 600^m. On en retrouve encore des témoins à 200^{km} au Nord, sur les crêtes du Simandou (altitude 1500^m); plus loin encore, les hauts plateaux du Fouta Dialon semblent pouvoir s'y raccorder.

4° A ces trois niveaux on pourrait ajouter une étroite surface tabulaire suspendue à 1300^m d'altitude, vers l'extrémité méridionale de la chaîne du

Nimba, qui correspond sur tout le pourtour de la partie septrentionale, à une rupture de pente indépendante de la structure.

Il est ainsi possible de retrouver dans le massif du Nimba, les traces de trois ou quatre cycles d'érosion.

Leur nombre et l'altitude à laquelle est aujourd'hui portée la surface correspondant au plus ancien, semblent indiquer que cette région du *bouclier libério-guinéen* n'a rien de l'immobilisme qu'on lui attribue. La vigueur de la reprise d'érosion par le Sud (Cavally) montre que le mouvement est sans doute encore actuel.

GÉOGRAPHIE PHYSIQUE. — *Sur les vallons côtiers suspendus des environs de Lisbonne et leurs analogies avec ceux du littoral breton.* Note de M. **André Guilcher**, présentée par M. Emmanuel de Martonne.

1. Dans un travail antérieur ([1]) j'ai montré que le plus grand nombre des petits vallons suspendus du Cap Sizun (Sud-Ouest du Finistère) ainsi que maints autres de Belle-Ile (Morbihan) méritent le nom de *vallons suspendus eustatiques*, du fait que leur cascade terminale n'est pas due à un recul de la côte par érosion comme dans les *valleuses* du pays de Caux, mais à des abaissements successifs du niveau marin. Ces thalwegs se relient en effet, soit au niveau tyrrhénien (30-35^m), soit à l'un des niveaux monastiriens [normanniens] (15^m et 2-5^m). La présence de cordons de galets perchés à l'issue de certains vallons suspendus sur le Bas-Monastirien paraît une confirmation géologique amplement suffisante; mais, au niveau de 30-35^m, les données morphologiques sont les seules en Bretagne méridionale.

Un examen localisé, mais précis, de la côte portugaise aux environs de Lisbonne semble apporter, pour les vallons suspendus à 30-35^m, la confirmation qui manquait. Auprès du fort de Baralha (Est du cap d'Espichel) et entre Cascais et le cap de Roca, existent des formes d'abrasion et des dépôts marins aux niveaux classiques jusqu'à 35^m d'altitude, ce qui conduit, en accord avec G. Zbyszewski et C. Teixeira qui m'ont aimablement documenté, à les interpréter en fonction de la théorie glacio-eustatique ([2]). Les dépôts portugais

---

([1]) *Le relief de la Bretagne méridionale de la Baie de Douarnenez à la Vilaine.* La Roche-sur-Yon, 1948, in-8°, p. 682 (*cf.* p. 237-250 et 424-434).

([2]) J. Bourcart, *Comptes rendus*, 202, 1936, p. 1079-1081, a conclu au contraire à des déformations (*flexure continentale*); il semble pourtant que la constance et la concordance d'altitude générale des dépôts témoignent d'une stabilité du sol au Quaternaire récent, dans cette partie du Portugal tout au moins. La très légère différence de détail entre le Bas-Monastirien portugais (6-8^m) et breton (2-5^m) n'est pas une difficulté, et doit s'expliquer par de petites variations d'amplitude des marées. Au Nord du Portugal et en Galice, où la grande *flexure atlantique* portugaise atteint le bord de la mer, des mouvements très

de 30-35^{m} recèlent un outillage acheuléen, et ceux de 6-8^{m} sont surmontés d'une industrie moustérienne. Or au niveau de 30-35^{m}, morphologiquement très net à Baralha et au Nord de la plage de Guincho (Bord du massif de Sintra), aboutissent des vallons qui s'y perdent après s'être profondément incisés en arrière des falaises mortes qui limitent le niveau (les trois petits vallons de Baralha, et le deuxième vallon au Nord du fort de Guincho). La liaison des thalwegs et du niveau est donc évidente; mais, de plus, le vallon qui descend de Figueira vers la crique proche de la pointe d'Abelheira (bord Nord de la feuille 34-C au 50000e, Cascais), et dont le ruisseau se termine par une cascade à partir de 32^{m} au-dessus des hautes mers, porte à cette altitude de 32^{m} une plage suspendue typique de gros galets, qui se suit sur plus de 200^{m} vers le Sud dans le flanc de la falaise, et se raccorde sans aucun doute à la plate-forme de même altitude située au Nord de la plage de Guincho. La relation des formes de certains ravins côtiers avec un stationnement marin à 30-35^{m} est donc bien établie,

II. D'autre part, les petits vallons des abords de Figueira et de Biscaia (feuilles 34-C et 34-A au 50000e) ont leur fond et, en partie leurs versants, encombrés d'une formation de blocs de toutes tailles, absolument anguleux et à arêtes très vives, d'origine étroitement locale (roches cristallines de Sintra, et Mésozoïque métamorphisé au contact des terrains cristallins), emballés dans une masse argilo-sableuse. Dans le vallon suspendu à 32^{m} au Sud de Figueira, le remblaiement de roches métamorphiques, de 3 à 4^{m} de puissance, donne un fond plat, à allure d'auge alluviale, dans lequel le ruisseau a incisé une gorge qui tend à rejoindre le fond de roche en place. Plus au Nord, le déblaiement est généralement plus avancé dans le granite, peut-être parce que celui-ci est plus vite altéré que les terrains métamorphiques (travaux de P. Birot), et que les blocs relativement sains qui subsistent actuellement ne constituaient qu'une partie du matériel rocheux. Mais partout l'aspect est analogue : très grossière stratification d'ensemble selon la pente du versant (plus marquée dans les roches feuilletées qui s'ordonnent mieux); disposition chaotique dans le détail, les blocs verticaux étant nombreux; fragmentation par éclatement attestée par le fait que certains éléments séparés sont encore juxtaposés. Dans le flanc Sud-Est d'un vallon descendant de Biscaia, le granite en place, dépouillé de son revêtement, est lui-même fragmenté selon les diaclases, et prêt au débitage. Le dépôt, manifestement sans rapport avec les conditions actuelles, est postérieur à la plage tyrrhénienne qu'il surmonte. Son faciès, et la morphologie d'empâtemeut des vallons, sont tout à fait identiques à ce que l'on voit dans

---

récents du sol ont eu plus de chances de se produire. (*Cf.* P. Birot, *Les surfaces d'érosion du Portugal central et septentrional.* Rapp. Commiss. Surf. d'aplaniss., Congr. Lisbonne, 1949, p. 86 et 90). Je ne prends pas parti sur ce dernier point.

les ravins côtiers de Bretagne, où le même remplissage résulte de coulées de solifluxion périglaciaire. On peut hésiter à étendre le domaine de la « cryoturbation » quaternaire aux côtes portugaises; pourtant, G. Zbyszewski en a relevé des aspects (festons, dressements) en d'autres dépôts des abords du littoral de ce pays ([3]); et les glaciers de la Serra da Estrela sont descendus, d'après Lautensach, jusqu'à 600^{m}. On sait d'ailleurs que la proximité de l'Océan abaisse les limites climatiques.

En conclusion, il y aurait intérêt à étendre les observations précises à toute la côte à falaises de la Serra de Sintra. Elles montreraient probablement que d'autres vallons suspendus de ce littoral ([4]) sont de type eustatique, et fourniraient d'autres détails sur les phénomènes présumés périglaciaires.

CHIMIE VÉGÉTALE. — *Les éléments métalliques de la feuille de* Digitalis purpurea *L. des Vosges hercyniennes*. Note (*) de M. **Pierre Duquénois** et Mlle **Elisabeth Schraer**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Plusieurs auteurs anciens, Hünefeld (1839), Wrightson (1845), E. Wolff (1871), ont analysé les cendres de feuilles de *Digitalis purpurea* L. et fixé leur composition élémentaire. Ils y ont signalé, par ordre d'importance, les métaux K, Ca, Mg, Na, Fe, et parmi les acides, les silicates, chlorures, phosphates et sulfates. Burmann ([1]) a ajouté le manganèse.

Depuis lors, les cations des feuilles de Digitale ont fait l'objet de travaux quantitatifs : le zinc a été étudié par M. Javillier ([2]); le manganèse a été dosé par D. H. Wester en 1920 ([3]), par Garnier ([4]) dans les plantes entières de Longemer (Vosges), par Knutsen ([5]) dans les Digitales de la région de Ryfylke (Norvège). Toutefois, nous n'avons pas eu connaissance que d'autres cations aient été recherchés par des procédés analytiques très sensibles.

Nous avons procédé, sur les cendres, à des recherches microchimiques et à l'analyse spectrale, puis nous avons dosé avec précision Ca et Mn.

Le 11 juin 1948, par beau temps et dans la période de sécheresse et de forte chaleur qui a succédé aux pluies printanières, au milieu de la journée, nous avons récolté 1^{kg} de feuilles sur *Digitalis purpurea* spontanée dans la forêt de

---

([3]) Renseignement verbal. Dans le sens, P. Birot, *op. cit.*, p. 96.

([4]) La cascade terminale est très générale dans les vallons de ce rivage. *Cf.* O. Ribeiro, *Rev. Géogr. Pyr. SW*, 11, 3-4, 1940, p. 203-218.

(*) Séance du 20 avril 1949.

([1]) *Journ. suisse Chim. et Pharm.*, 51, 1913, p. 117-118.

([2]) Recherches sur la présence et le rôle du zinc chez les plantes, *Thèse Doct. Sc.*, Paris, 1908, p. 28 et 41.

([3]) *Ber.*, 30, 1920, p. 376-381.

([4]) *Bull. Sc. Pharm.*, 36, 1929, p. 140.

([5]) D'après *Pharm. Ztrhalle*, 62, 1921, p. 205.

Neuwiller (Bas-Rhin). Le sol de forêt repose à même le socle hercynien, constitué essentiellement par le granit du Champ du Feu, souvent à faciès amphibolique. Le sol est légèrement acide (pH 6,6) et l'on y trouve les espèces spontanées qui partagent habituellement les exigences édaphiques de *D. purpurea*.

Les feuilles mondées, essuyées, séchées à l'étuve électrique, ont été calcinées, d'abord dans une capsule de platine sur une lampe à alcool, puis dans une nacelle de porcelaine au four électrique, à la température du rouge sombre. Les cendres, entièrement solubles avec effervescence dans NO_3H au 1/3, ont servi pour les diverses recherches.

Les spectres, obtenus par la méthode de l'arc sur électrodes de carbone purifié, comparés à un témoin, révèlent la présence des éléments suivants dans les feuilles :

Na, K, Mg, Ca, Fe, Mn, Cu, Ti, Al, Ba, Sr.

Les six premiers de ces onze éléments avaient déjà été trouvés en notable proportion. L'aluminium donne nettement la réaction à la morine. Le baryum et le strontium sont en très faible quantité. Les traces de titane, décelables par le spectre, sont insuffisantes pour donner la réaction à l'acide chromotropique. Il n'est pas étonnant de voir, à côté de quantités plus abondantes de Fe et Mn, des traces de Cu, de Ti, de Al, de Ba et de Sr, dont la présence a déjà été découverte dans d'autres espèces et dans le sol.

M. Maurice Javillier ([2]) avait décelé chimiquement de notables quantités de Zn dans la Digitale pourprée du Morvan (les feuilles et la hampe florale de Digitales récoltées à Lormes contenaient 0g,0032 Zn %). N'en ayant pas trouvé dans les cendres de feuilles de Neuwiller, obtenues au four électrique et soumises à l'examen spectral, nous avons effectué, sur le conseil de M. Gabriel Bertrand, des incinérations en présence large d'air et à température aussi peu élevée que possible. Le Zn n'a pas été caractérisé avec certitude dans 5g de cendres en appliquant la méthode utilisée par MM. G. Bertrand et Javillier (*loc. cit.*), complétée par les réactions microchimiques au tétrathiocyanatomercurate diammonique.

Nous avons dosé, par comparaison avec des feuilles de Digitale pourprée spontanée, la même année dans d'autres régions des Vosges, le calcium précipité à l'état d'oxalate et le manganèse, dans les cendres sulfatées, en suivant rigoureusement la méthode de Gabriel Bertrand ([6]), qui donne toute sécurité. Nous avons trouvé, à cette époque de la floraison, dans les feuilles formant la rosette de base :

	CaO (%).	Mn (%).
Taux moyen de Neuwiller..........	1,56	0,088
Vosges hercyniennes (extrêmes).....	1,47 à 2,57	0,055 à 0,220
Vosges gréseuses (extrêmes)........	0,79 à 1,20	0,075 à 0,220

([6]) *Bull. Soc. Chim.*, 4e série, 9, 1911, p. 361.

Ces chiffres se rapportent à 100^g de feuilles sèches. Knutsen avait trouvé, par une méthode légèrement différente, dans la feuille de Digitale pourprée de Norvège, de 0,049 à 0,055 Mn %.

N. B. — Les feuilles de Neuwiller présentaient une activité sensiblement égale à l'étalon national 1936.

Conclusion. — Nous avons décelé pour la première fois les éléments Ti, Al, Cu, Ba, Sr, dans les feuilles de *Digitalis purpurea* L. spontanée dans les Vosges. Les trois derniers n'ont présenté que les raies les plus sensibles du spectre. Nous avons fixé le taux de Ca et de Mn dans les feuilles provenant en 1948 de diverses régions des Vosges gréseuses et des Vosges hercyniennes.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Influence comparée des acides borique et phénylborique sur le développement des plantules de quelques Apétales.* Note (*) de M. **Fernand Caujolle** et Mlle **Georgette Bergal**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

On prépare des germinations de *Chenopodium murale*, *Amarantus retroflexus* et *Portulacca oleracea* selon la technique que nous avons précédemment indiquée ([1]).

Pour chaque concentration d'acide borique et d'acide phénylborique étudiée, on repère dix graines ayant manifesté le même jour les premiers signes de germination. Afin de rendre ces lots aussi homogènes que possible, on élimine les graines à germination hâtive ou tardive et l'on situe la sélection au jour où le pourcentage moyen de germination atteint au moins le tiers des graines en expérience. On évalue chaque jour la moyenne de l'accroissement en longueur des jeunes racines et des jeunes tiges; les observations sont poursuivies jusqu'à ce que l'accroissement des plantules témoins ait cessé de se poursuivre, soit pendant les 12 jours qui suivent celui de l'ensemencement. On détermine alors pour chaque concentration du produit étudié la longueur moyenne finale des racines et des tiges.

Sur la croissance des racines et des tiges des trois plantes considérées, l'acide borique est sans action pour toute concentration au plus égale à 5.10^{-5} et inhibiteur pour toute concentration supérieure à cette limite; ainsi l'acide borique à la concentration de 5.10^{-4} diminue la croissance des tiges de 50 à 80 %, celle des racines de 30 à 60 %.

Pour toute concentration au plus égale à 10^{-7} l'acide phénylborique est sans action sur la croissance des racines et des tiges. Pour toute concentration comprise entre 10^{-7} et 10^{-4}, il exerce une influence nette sur l'allongement de la racine qui est accru de 50 à 80 %; à ces mêmes doses, l'acide phénylborique n'exerce aucune influence sur l'allongement de la tige. Au-dessus de la concen-

(*) Séance du 20 avril 1949.

([1]) *Comptes rendus*, **228**, 1949, p. 1249.

tration de 10^{-4}, l'acide phénylborique devient brusquement inhibiteur de la croissance des racines et des tiges qui est réduite de 50 à 80 % par rapport aux témoins. Il est intéressant d'observer que l'inhibition de la croissance des tiges est manifeste dès la concentration de 10^{-5} alors que cette même concentration est encore favorable à l'allongement de la racine. A la concentration de 10^{-3} le développement de la tige et celui de la racine sont entièrement inhibés.

Les tableaux ci-dessous résument les résultats obtenus :

Concentration en acide borique.

	Influence de l'acide borique sur la croissance en longueur de la jeune racine de		
Action observée.	Chenopodium.	Amarantus.	Portulacca.
Indifférence........	5.10^{-12} à 5.10^{-5}	5.10^{-12} à 5.10^{-5}	5.10^{-12} à 5.10^{-5}
Inhibition.........	5.10^{-5} à 5.10^{-4}	5.10^{-5} à 5.10^{-4}	5.10^{-5} à 5.10^{-4}

Concentration en acide phénylborique.

	Influence de l'acide phénylborique sur la croissance en longueur de la jeune racine de		
Action observée.	Chenopodium.	Amarantus.	Portulacca.
Indifférence................	10^{-11} à 10^{-6}	10^{-11} à 10^{-7}	10^{-11} à 10^{-6}
Activation.................	10^{-6} à 10^{-5}	10^{-7} à 10^{-5}	10^{-6} à 10^{-4}
Inhibition.................	10^{-6} à 10^{-3}	10^{-5} à 10^{-3}	10^{-4} à 10^{-3}

	Longueur moyenne de la jeune racine de		
	Chenopodium.	Amarantus.	Portulacca.
Témoins...........................	15^{mm}	17^{mm}	5^{mm}
En présence d'acide phénylborique.....	40	$28^{mm},5$	14
A la concentration de...............	10^{-5}	10^{-6}	10^{-6}

Il est remarquable que le comportement de quantités identiques de bore-élément soit complètement différent suivant que ce bore est offert aux plantules sous forme d'ion borique ou d'ion phénylborique.

ENTOMOLOGIE. — *Sur le déterminisme de l'effet de groupe chez* Psyllipsocus ramburi *Sélys-Longchamps* (*Psocoptère*). Note de M. **André Badonnel**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Dans une Note préliminaire (1) j'ai montré que le groupement est une condition nécessaire au développement complet des ailes chez une espèce polymorphe de Psocoptère, *Psyllipsocus ramburi* Sél.-Longch. Parmi les hypothèses qui peuvent être retenues pour interpréter cette action du groupe-

(1) *Bull. Soc. Zool. France*, 73, 1948, p. 80-83.

ment, celle de l'existence d'un stimulus sensoriel a d'abord été soumise au contrôle expérimental, trois sortes d'excitations ayant été envisagées : visuelle, tactile ou chimique. Les expériences ont été réalisées dans les conditions suivantes : température inférieure ou au plus égale à 23° C, humidité de 76 %, alimentation par levure de boulangerie.

A. Excitation visuelle. — *Première expérience.* — Deux cellules d'élevages (*cf.* Note préliminaire) ont été divisées en quatre compartiments étanches par des cloisons transparentes de rhodoïd, et une larve venant d'éclore a été placée dans chaque compartiment. *Résultats.* Première cellule : 3 ♀ microptères et 1 ♀ intermédiaire aux types micro et brachyptère. Deuxième cellule : 2 ♀ microptères, 1 ♀ brachyptère (quatrième larve morte); donc *aucune ♀ macroptère.* Témoins : trois larves isolées dans des cellules voisines ont donné des ♀ microptères, tandis que les larves groupées par quatre et plus dans d'autres cellules n'ont fourni que des macroptères. *Conclusion* : la vision, bien que possible dans les conditions expérimentales réalisées dans les deux premières cellules, n'a pas joué comme stimulus du développement des ailes.

Deuxième expérience. — Dans un autre appareil, trois cellules fermées par une lamelle couvre-objet ont reçu respectivement 4, 7 et 12 larves; ces larves étaient éclairées normalement, d'où possibilité d'excitation visuelle; trois autres cellules, qui avaient reçu 6, 10 et 11 larves, ont été complètement obscurcies (papier noir luté à la cire sur la lamelle fermant la cellule, fond de celle-ci doublé par une soie noire à mailles serrées, appareil entouré de papier opaque pour empêcher la diffusion latérale de lumière); les larves, ainsi maintenues dans une obscurité permanente, ne pouvaient se voir. *Résultats* : dans toutes les cellules éclairées ou obscures, *uniquement des ♀ macroptères.*

Conclusion. — L'impossibilité de voir n'a pas empêché le développement des ailes; la contre-épreuve complète la première expérience en la confirmant : *l'excitation visuelle n'intervient pas dans l'effet de groupe étudié.*

B. Excitation de contact ou excitation chimique. — Pour faire un choix entre les deux hypothèses, un appareil contenant 12 cellules a été garni de la façon suivante : 6 cellules avec chacune une larve isolée (témoins); 6 cellules avec une larve isolée dans une petite cage de soie, placée au milieu de larves groupées par 5 (2 cellules), 6 (2 cellules), 7 (1 cellule), 11 (1 cellule).

Résultats. — Les témoins ont donné 6 ♀ microptères. Dans les autres cellules, il y a eu trois évasions; une larve (6 larves compagnes) a donné 1 ♀ microptère; une autre (5 larves compagnes) une ♀ anormale, à ailes antérieures du type microptère et postérieures du type macroptère; la troisième (11 larves compagnes) a fourni *une ♀ macroptère.* Comme jusqu'à présent les larves élevées isolément (plus de 50) n'ont jamais donné de ♀ macroptères, ce résultat positif (encore qu'unique) paraît établir la possibilité d'une action de nature chimique, qui demande à être confirmée par des preuves plus nombreuses. Le contact, en tout cas, n'a joué ici aucun rôle.

Influence de la température. — Les expériences précédentes ont été réalisées à une température n'ayant pas dépassé 23° C; cette précaution est justifiée par les faits suivants.

a. Élevage à 23° C. — 2 larves isolées : 2 ♀ microptères; 4 larves groupées par 2 : 1 ♀ microptère et 1 ♀ macroptère par cellule; 6 larves groupées par 3 : 2 ♀ macroptères et 1 brachyptère anormale dans une cellule, 3 macroptères dans l'autre; 4 larves groupées : 4 ♀ macroptères. *L'effet de groupe joue donc normalement à* 23° C.

b. Élevage à 25° C. — 48 œufs ont donné 38 larves, groupées par 3, 4, 5 et 7 (2 cellules pour chaque groupement); 23 ♀ ont été obtenues, *toutes microptères.*

c. Élevage à 27° C. — 54 œufs ont donné seulement 30 larves, groupées par 3 (2 cellules), 4 (2 cellules), 5 (2 cellules), 6 (1 cellule). 6 ♀ seulement ont été obtenues, *toutes microptères*, dont 2 dans une cellule où il y avait eu 5 larves jusqu'au dernier stade, de sorte que le résultat est significatif.

Conclusion. — Au-dessus de 23° C, la température a une action inhibitrice sur l'influence du groupement.

En résumé, l'effet de groupe, qui se traduit chez *Psyllipsocus ramburi* par le développement complet des ailes, ne résulte pas d'une excitation visuelle; il est probablement dû à un stimulus de nature chimique (mais cette conclusion doit être confirmée); enfin, il est inhibé par les températures supérieures à 23° C. Ces premiers résultats n'épuisent d'ailleurs pas le problème de son déterminisme, dont l'étude expérimentale se poursuit.

ALGOLOGIE. — *Observations sur la nage de l'*Hæmatococcus pluvialis *Flotow*. Note (*) de Mlle **Vlasta Benešová**, présentée par M. Joseph Magrou.

On distingue dans l'espèce *Hæmatococcus pluvialis* différents ordres de cellules flagellées dont la taille varie de 4 à 50$^{\mu}$. Les observations ci-après se rapportent à des cellules dont la forme, ovoïde, est celle du type spécifique, la taille n'étant pas inférieure à 12$^{\mu}$ et le caractère biologique (adulte, zoospore ou gamète) n'intervenant pas ici.

Ces observations eussent été rendues plus faciles par l'emploi du cinématographe rapide, comme l'a fait Lowndes pour d'autres Flagellés; elles sont néanmoins possibles sans cet appareil. Il est nécessaire de connaître l'organisation flagellaire : insérés au pôle antérieur, les flagelles sortent par deux orifices tubulaires divergents et sont constitués, comme me l'ont montré également la méthode à la nigrosine et celle de Casares Gil, d'une partie basale rigide et épaisse et d'un filament fin inséré au sommet.

1. *Observations dans le milieu de Detmer au tiers* (densité 1,001, viscosité 1,07 centipoise). *Culture de deux mois.* — Dans une goutte suffisamment volumineuse, toutes les formes mobiles se déplacent sensiblement de la même

(*) Séance du 2 mai 1949.

façon et peuvent effectuer les trajets en ligne droite durant lesquels la nage doit être étudiée. Le corps glisse exactement sur son axe, mais est en même temps animé d'un mouvement de rotation autour de cet axe.

Les filaments fins et les extrémités des parties basales des flagelles exécutent des mouvements complexes qu'on ne peut pratiquement pas suivre. La rotation s'effectue indifféremment à droite et à gauche. J'ai compté jusqu'à 38 tours dans le même sens, mais d'ordinaire l'inversion se produit beaucoup plus fréquemment, en moyenne après 5 tours complets. Parfois l'amplitude de la rotation est très faible et se réduit à 180° alternativement dans un sens, puis dans l'autre. Le changement de sens n'altère pas la régularité de la nage continue.

Quand la couche d'eau où se déplacent les cellules est trop peu épaisse pour permettre le mouvement normal, le corps réalise une progression qui n'est plus la nage. Les flagelles présentent une sorte de vibration qui imprime au corps un déplacement saccadé sans rotation sur lui-même.

La vitesse du déplacement dans la nage est surtout déterminée par le rapport entre la longueur des flagelles et le diamètre de la cellule. Pour 150 individus, j'ai obtenu la moyenne de 61$^{\mu}$,9 par seconde, soit 223^{mm} par heure.

2. *Observations dans des milieux de viscosité croissante.* — Ces milieux ont été obtenus en additionnant le Detmer au tiers de polyvinylpyrrolidène ou subtosan, substance utilisée pour ralentir la diffusion des solutions de pénicilline dans les tissus. Les concentrations essayées s'échelonnent jusqu'à 5 et même 10 %. La viscosité, mesurée à l'aide d'un viscosimètre de Höppler, croît de 1,07 cP (Detmer au tiers à 20°) à 3,05 cP (solution à 5 %). La vitesse indiquée est la moyenne obtenue pour un minimum de 100 individus nageant en ligne droite.

Concentration du subtosan (%).......	0	0,25	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0
Viscosité (cP).........................	1,07	1,11	1,22	1,40	1,60	2,05	2,47	3,06
Vitesse (mm/h).........................	223	220	218	208	190	160	135	119

Dans tous ces cas, le mouvement des flagelles demeure du type normal précédemment décrit.

La courbe correspondante peut être décomposée en trois parties :

1° La vitesse de nage n'est pas sensiblement changée par la viscosité, tant que celle-ci ne dépasse pas 1,22 cP.

2° Entre les viscosités 1,22 et 2,05, la vitesse s'abaisse suivant une loi linéaire.

3° Au-dessus de 2,05 cP, la vitesse paraît décroître moins rapidement.

Tout se passe comme si la résistance plus grande du milieu avait pour conséquences d'abord une réaction plus vigoureuse, maintenant presque constante la vitesse, puis, la réaction limite atteinte, une décroissance de la

vitesse. L'explication de la dernière partie de la courbe fait intervenir des faits nouveaux.

Aux concentrations élevées, le subtosan devient toxique. Après deux heures dans le milieu à 10 %, il ne reste vivantes que 90 % des cellules. Certaines ont un mouvement saccadé dû à la vibration des flagelles comme dans une couche d'eau trop mince.

A des concentrations moins fortes, l'action toxique s'exerce déjà. On peut le prouver en comparant les vitesses de mêmes cellules soumises au subtosan à 5 %, puis ramenées dans le Detmer. Si la viscosité seule ralentissait leur nage, elles devraient retrouver dans le milieu normal leur vitesse caractéristique. On constate que des cellules de grosse taille, de mouvement normal plus lent, demeurent immobiles. Les petites cellules ont bientôt récupéré leur vitesse. L'action narcotique des concentrations moyennes fait sélectionner, dans les mesures de vitesse, les cellules les plus résistantes qui sont normalement les plus rapides, et modifie la pente de la courbe.

Je n'ai pas réussi à écarter ces difficultés par l'emploi de substances visqueuses non suspectes de toxicité. L'agar et la gélatine ne fournissent pas, aux concentrations moyennes, de préparations stables. L'emploi de la gélatine a permis de confirmer la première moitié de la courbe, où le subtosan n'est pas toxique.

GÉNÉTIQUE. — *La mutation rubra de* Jæra marina Fabr. (*Isopode Asellote*). Note de M. **Charles Bocquet**, présentée par M. Louis Fage.

Il est aisé d'observer l'apparition et de suivre l'évolution des pigments oculaires chez de jeunes *Jæra*, au travers des oostégites transparents qui limitent le marsupium de la femelle mère. A la température de 16°, les yeux, visibles dès le 6e jour après la ponte, commencent, au 7e, à se pigmenter, en rouge orange très clair; la pigmentation s'accentue ensuite, le rouge devenant plus carminé, jusqu'au 10e jour; un pigment noir se dépose alors, et la couleur des yeux, passant par une série de teintes intermédiaires allant du rouge brun au brun rouge, devient noire au 12e jour. Les jeunes qui, le lendemain, sortent du marsupium, ont donc, comme les *Jæra* adultes, des yeux normalement noirs. Le pigment rouge subsiste cependant, et on l'aperçoit encore, à l'observation directe, sous forme d'un liséré plus ou moins étroit autour de chaque ommatidie. L'existence de deux pigments oculaires ne saurait faire de doute. Quant aux chromatophores, ils renferment deux jours au moins avant la naissance, des granules brunâtres vraisemblablement de même nature biochimique que le pigment noir des yeux.

L'apparition première d'un pigment rouge, masqué avant la naissance par un pigment noir, rappelle en tous points l'évolution pigmentaire des yeux de *Gammarus chevreuxi*. Or, M. Sexton a fait connaître dès 1912 la mutation

red-eye chez cet Amphipode ([1]). Par ailleurs, divers mutants à yeux rouges ont été décrits chez les Isopodes terrestres ([2]) et cavernicoles ([3]). On pouvait donc s'attendre à trouver, un jour ou l'autre, une mutation du même type chez *Jæra marina*.

La mutation rubra. — J'ai obtenu cette mutation *rubra* en mars 1948. Elle se caractérise par la persistance de la coloration rouge des yeux, légèrement orangée chez les jeunes, plus franche chez les adultes, mais aussi, ce qui ne pouvait être décelé chez *Gammarus chevreuxi*, qui ne possède pas de chromatophores, par la pigmentation rouge orangé du corps.

Les mutants sont apparus dans la F 2 d'une femelle récoltée à Roscoff, près du Laboratoire. Tous les descendants de la F 1 présentaient, comme la mère, des yeux noirs et des chromatophores noirs uniformément répartis sur le corps. Un seul des cinq couples qui en avaient été isolés a donné des jeunes *rubra*, à côté de jeunes normaux, dans la proportion mendélienne 1 pour 3 (tableau I).

TABLEAU I. — *Descendance d'un couple de* J. marina
(*♂ et ♀ hétérozygotes pour le caractère* rubra).

Date de la ponte.	Nombre de *Jæra* à yeux noirs dans les pontes successives du même couple.	Nombre de *Jæra* à yeux rouges dans les pontes successives du même couple.
17 Mars 1948	7	3
7 Avril »	13	6
1 Mai »	21	6
25 » »	16	2
21 Juin »	10	5
19 Juillet »	10	3

Les mutants, isolés, puis croisés entre eux, m'ont fourni, dès la génération suivante, une souche pure entretenue depuis lors, pour le caractère *rubra*. Dans les croisements *rubra* × forme normale, tous les descendants ont des yeux noirs.

Le caractère *rubra*, que je désignerai par le symbole *r*, dépend donc d'un gène autosomique, récessif par rapport à un allèle $+^r$ dont dépend la pigmentation noire du corps et des yeux. La fréquence de ce gène, dans les populations naturelles, est sûrement très faible.

Mode d'action du gène rubra. — On peut supposer que, chez les mutants *rubra*, la formation du pigment normal, brun ou noir, des chromatophores

---

([1]) Bibliographie dans : E. W. SEXTON and A. R. CLARK, *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdon*, 21, 1936, p. 357-414.

([2]) A. VANDEL, *Bull. Biol. France et Belgique*, 79, fasc. 2-3, 1945.

([3]) K. u. L. KOSSWIG, *Rev. Fac. Sc. Université Istanbul*, 5, fasc. 1-2, 1940, p. 78-132.

s'arrête à un stade intermédiaire, rouge, par suite de l'absence d'une substance nécessaire à l'accomplissement de la pigmentogenèse. Ce prépigment rouge doit se déposer aussi dans les yeux et s'y superposer au pigment rouge initialement formé.

Le parallélisme entre cette interprétation et la théorie de la mélanogenèse est frappant ; le pigment rouge de la mutation *rubra* serait, si cette interprétation se vérifie, une substance du type hallachrome. Mais il n'est pas prouvé que le pigment noir des *Jæra* soit une mélanine; peut-être appartient-il au groupe des ommochromes, qui, bien que de nature très différente des mélanines, ont été fréquemment confondus avec elles à cause de certaines réactions communes, et que Becker ([5]) a justement mis en évidence chez les Isopodes terrestres et chez *Carinogammarus roesselii*. C'est seulement lorsque les élevages des mutants *rubra* seront suffisamment importants pour permettre l'extraction des pigments que la question de leur nature pourra être efficacement reprise et que le mode d'action du gène *r* pourra être précisé.

BIOLOGIE. — *Valeur morphologique et signification physiologique de la production de voile par les levures sur milieux synthétiques.* Note de MM. **Philippe-Jacques Luteraan** et **Maurice Langeron**, présentée par M. Léon Binet.

La production d'un voile est caractéristique d'un genre : *Hansenula, Pichia, Mycoderma*, ou encore d'une espèce. Par le seul emploi de milieux non synthétiques, l'existence de ce caractère ne peut pas toujours être affirmé avec certitude en raison de la variation des résultats obtenus dans des cas limites. L'utilisation de milieux synthétiques donne une réponse nette, invariable : le caractère voile est spécifique, non contingent, ni accessoire.

On resserre encore la détermination par l'emploi de milieux différentiels suivants : milieu de Stelling-Dekker ([1]) où le glycérol est substitué, à dose moitié moindre, à l'alcool éthylique trop volatil (milieu A) ; liquide de Raulin glucosé au lieu d'être saccharosé ([2]) (milieu B) ; milieu de Czapek-Dox liquide (milieu C). La technique est toujours identique : tubes neufs de 18×18 emplis à 10^{cm} de hauteur de façon à établir des niveaux d'oxydo-réduction comparables, stérilisation suivant la technique de Sabouraud-Langeron ([3]).

On peut sérier ainsi les levures étudiées :

([5]) *Z. f. ind. Abstammuntgs-un Vererbungslehre*, Bd. 80, H. 2, 1942, p. 157-204.

([1]) *Thèse Fac. Sc.*, Utrecht, 1931.

([2]) M. Langeron et P. Guerra, *Ann. de paras.*, 16, 1938, p. 59 et suiv., p. 486.

([3]) M. Langeron, *Précis de Mycologie*, Paris, 1945.

Voile précoce sur A, B et C avec *Hansenula, Candida pelliculosa,* levures nitratophiles.

Voile net, en général précoce sur A et B ; pas de voile sur C avec les *Pichia, Candida tropicalis, C. Krusei, C. Brumpti, C. Lipolytica, C. Humicola.*

Voile discret et tardif sur A seulement avec *Saccharomyces pastorianus, Debaryomyces matruchoti, torulopsis lipofera, Candida albicans, C. Guilliermondi, Mycoderma vini.*

Endomycopsis capsularis, Candida intermedia, C. Reukaufi, C. Zeylanoides ne produisent pas leur voile sur ces milieux.

On complète encore la détermination en apppréciant la précocité, la couleur, l'aspect, la consistance, l'adhérence, le mode de chute, la reproduction du voile, l'aspect du milieu, une fermentation associée, l'importance du dépôt final.

L'emploi d'autres milieux synthétiques apporte quelque lumière sur la formation de voiles chez les levures et même chez des bactéries.

La production de voiles est liée à la formation de substances tensio-actives : les voiles souvent difficilement mouillables se constituent soit à l'interface liquide-air, soit à l'interface de deux liquides non miscibles (mince couche de pétrole ou d'un acide gras à la surface d'un milieu nutritif); les voiles transposés s'étalent à la surface d'un milieu liquide et ils persistent souvent après tyndallisation.

L'oxygène est indispensable à dose cependant très minime. Avec *Candida krusei,* les *Hansenula,* le voile apparaît sur un milieu venant de fermenter avec le procédé de Langeron et Guerra ([2]), mais il ne se forme pas à la surface du liquide contenu dans un tube-cloche où l'oxygène ne peut pénétrer par diffusion.

L'importance des voiles diminue, comme celle du Q_0^2 ([4]), dans l'ordre général des sucres suivants : glucose, saccharose, maltose, chez diverses levures.

Les substances dont l'assimilation nécessite la déshydrogénation préalable : glycérol, acides succinique et lactique favorisent leur production.

Leucine, tyrosine élèvent le Q_0^2 ([5]) et la valeur du potentiel d'oxydo-réduction cellulaire, du moins initialement, provoquent la formation précoce d'un voile important. Son apparition est inhibée ou retardée par la cystéine abaissant le Q_0^2 ([4]) et la valeur du potentiel d'oxydo-réduction cellulaire. On retrouve l'antagonisme tyrosine-groupe sulfhydrile déjà noté à propos de l'immersion des levures dans les milieux de culture solides.

Finalement il apparaît que l'oxygène exerce une action d'ordre catalytique sur l'édification de substances tensio-actives par certaines levures, d'où l'oxytropisme apparent observé. La production de voiles est indépendante de l'exis-

---

([4]) A. J. Kluyver et Th. J. Custers, *Ant. v. Leeuw.*, 6, 1939-40, p. 1.
([5]) P. Beraud, *C. R. Soc. Biol.*, 131, 1939, p. 708.

tence d'un pouvoir fermentaire, de l'éventualité d'une immersion. Elle s'observe chez des levures à pouvoir réducteur élevé, donc très sensibles à l'action de l'oxygène. Certaines d'entre elles ne forment pas leur voile sur milieux synthétiques, faute de facteurs de croissance ou azotés complémentaires; cette déficience se fait moins sentir sur milieux au glycérol.

L'examen microscopique de voile muqueux ou membraneux montre des cellules sphéroïdales en plein bourgeonnement, coalescentes par leur capsule, très riches en glycogène, sans enclaves lipidiques.

Deux remarques s'imposent à propos de la tyrosine : 1° généralement assimilée en milieu liquide par les levures précitées, elle l'est seulement par *Candida Lipolytica* sur gélose inclinée ; cette assimilation dépend donc de conditions d'oxydo-réduction imposées par les circonstances de milieu et de culture.

2° elle possède une action morphogène particulière, car les cellules au lieu de se séparer après bourgeonnement restent liées les unes aux autres.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Effets simultanés des cancérigènes chez la mère gravide et ses fruits*. Note de Mme **Véra Dantchakoff** et M. **J.-L. Nicod**, présentée par M. Maurice Caullery.

Des effets multiples s'observent dans un embryon après un traitement direct par des substances cancérigènes, dont l'intégrité est assurée par cette technique. Par contre, confiée au courant sanguin de la mère, avant même d'arriver à l'embryon, la substance administrée pourrait être inactivée, modifiée, éliminée, ou bien se montrer incapable de franchir le barrage du placenta.

Le traitement direct de l'embryon par les cancérigènes est, malheureusement, peu praticable, l'embryon succombant à une dose de $0^{mg},25$, alors qu'une dose unique, inférieure à $0^{mg},12$ ne produit pas d'effets appréciables. Cependant, j'ai réussi à maintenir en vie un petit cobaye jusqu'à l'âge de 5 semaines, après lui avoir introduit $0^{mg},12$ au 22e jour de sa vie embryonnaire.

La méthode indirecte agit sur le fruit moins brutalement et après plus longue durée. 4 petits à terme furent extraits par césarienne, après un traitement sévère de leurs mères; un nombre suffisant d'embryons fut, en outre, prélevé à différents stades. Souvent suivi d'un avortement, le traitement de la mère ne lui est pas indifférent non plus, ce qui rend compliquée et incertaine une analyse causale des effets produits dans l'embryon.

Les résultats de nos expériences révèlent des *effets conjugés dans la mère et ses fruits*.

Chez la mère, après un ravage considérable parmi les érythrocytes, on observe une forte stimulation du mésenchyme jeune de la *rate*, qui aboutit à

une métaplasie en tissu hémopoïétique, dont la profilération n'est pas toujours accompagnée de différenciation progressive ([1]). Son foie subit une forte dégénérescence graisseuse. D'autre part, le *mésenchyme de la glande mammaire* de la femelle gravide manifeste aisément une métaplasie maligne et donne un *sarcome typique*, sur un emplacement même éloigné du lieu des injections.

Chez les fruits d'une mère traitée par des cancérigènes, les modifications observées sont tout aussi variées : une stimulation des *organes génitaux externes* dans le sexe femelle est fréquente, aboutissant occasionnellement à une énorme hyperplasie, témoignant d'une similitude des effets physiologiques exercés par les cancérigènes et les œstrogènes, démonstration cruciale, en même temps, du *passage des cancérigènes à travers le placenta.* Ce n'est, cependant, pas ce qui tue l'embryon.

Dans un fruit à terme, le *foie*, organe à fonction hémopoïétique pendant la vie embryonnaire, devient le siège d'altérations graves. Congestionné et turgescent, son tissu interstitiel est occupé par d'épaisses travées cellulaires à fonction érythropoïétique, ceci à un moment où la fonction hépatique définitive aurait dû remplacer celle de l'érythropoïèse embryonnaire. Le parenchyme d'un tel foie se trouve doublement comprimé, alors que les cellules hépatiques, à noyaux pycnotiques, à cytoplasme curieusement œdémateux, subissent fréquemment une nécrose en foyers. De telles altérations sont déjà appréciables chez un embryon de 39 jours. Associées à une dégénérescence graisseuse du parenchyme hépatique de la mère, elles se montrent fatales pour le fruit. Celui-ci, même arrivé à terme, ne survit habituellement que peu de jours et succombe occasionnellement, après avoir effectué quelques faibles respirations.

Dans de tels fruits, la *rate*, par contre, ne manifeste qu'une inhibition modérée dans sa différenciation typique en lignées de petits lymphocytes.

Seule, dans le petit cobaye de 5 semaines traité à l'époque embryonnaire et après la naissance, la *rate hypertrophiée devint le siège d'une métaplasie hémopoïétique*, semblable à celle des mères qui avaient subi un traitement pendant leur grossesse.

Des études se poursuivent pour établir, dans la chaîne des événements décrits, quelles sont leurs relations réciproques.

([1]) Véra Dantchakoff et J.-L. Nicod, *Comptes rendus*, **227**, 1949, p. 1382.

BIOLOGIE EXPÉRIMENTALE. — *Ablation fractionnée de l'anneau de Weismann chez la larve de* Calliphora erythrocephala *Meig*. Note (*) de M. **Bernard Possompès**, présentée par M. Pierre-P. Grassé.

Chez *Calliphora erythrocephala*, Burtt (1938) (¹) a réalisé l'extirpation totale de l'anneau de Weismann ou glande en anneau et a montré qu'une telle opération entraîne la suppression de la métamorphose. Dans une brève Note, de Lerma (1942) (²) signale des résultats analogues obtenus chez *Sarcophaga carnaria*.

J'ai pu moi-même mettre au point une technique permettant l'ablation totale de l'anneau de Weismann et aussi l'ablation élective de différents constituants de ce complexe glandulaire. Cette technique présente l'avantage de n'entraîner aucune expulsion d'organes et d'abaisser, de ce fait, la mortalité à un taux infime. Seuls seront exposés dans cette Note les résultats d'expériences portant sur des larves du dernier stade de *Calliphora erythrocephala*.

L'ablation totale de la glande en anneau sera sommairement évoquée. Pratiquée avant une période critique dont la position chronologique n'a pu encore être déterminée avec précision, elle s'accompagne d'un maintien définitif de l'état larvaire ; les animaux opérés survivent jusqu'à 43 jours après l'intervention, la durée de la vie larvaire se trouvant ainsi prolongée d'environ 40 jours, c'est-à-dire multipliée par 5 ou 6. Effectuée après cette période critique, l'ablation n'empêche plus la formation du puparium ni la nymphose.

L'extirpation fractionnée de l'anneau de Weismann a donné lieu à deux types d'expériences :

1° *Ablation de la partie médio-dorsale de la glande en anneau.* — Le fragment ôté comporte presque exclusivement le *corpus allatum*. Aucune perturbation du développement n'en résulte ; la pupaison se déroule normalement. Pour des raisons purement mécaniques, un pourcentage relativement faible d'imagos éclosent, sans aucun retard notable d'ailleurs. Les Mouches ainsi obtenues, dépourvues de *corpus allatum*, se comportent normalement et, fait inattendu, chez les femelles, les ovocytes achèvent leur développement. Tous les individus mis en élevage s'accouplent, pondent et leurs œufs éclosent.

Ainsi, en accord avec les faits observés dans les autres ordres d'Insectes, l'ablation du *corpus allatum* au dernier stade larvaire ne retentit nullement sur la métamorphose. Par contre, la fécondité des femelles privées de leur *corpus*

(*) Séance du 2 mai 1949.

(¹) *Proc. R. Soc. London*, **126**, B. 1938, p. 210-223.

(²) *Boll. di Zool.*, **13**, 1942, p. 109-113.

allatum paraît en désaccord avec les données actuellement admises; il résulte en effet des travaux de E. Thomsen (1942) ([3]) sur *Calliphora erythrocephala* et de Day (1943) ([4]) sur *Lucilia sericata* et *Sarcophaga securifera* qu'une action hormonale issue du *corpus allatum* imaginal semble nécessaire à la réalisation de la vitellogenèse. Il faut cependant rappeler que ces auteurs ont opéré sur l'imago lui-même, c'est-à-dire dans des conditions expérimentales très différentes. Je n'ai encore étudié qu'occasionnellement le développement ovarien et je me borne à signaler ces faits dont je poursuis une étude plus précise.

2° *Ablation de la glande péritrachéenne.* — De grandes cellules glandulaires constituent la masse principale de l'anneau de Weismann des larves de Diptères Cyclorrhaphes et forment un fer à cheval ouvert ventralement. L'ensemble de ces cellules, homologué par E. Thomsen aux glandes péricardiales des Phasmides, considéré par Poulson comme représentant les *corpora cardiaca*, sera ici désigné, par analogie avec des formations du même type présentes chez des Nématocères (Possompès, Cazal) et chez des Brachycères orthorraphes (Possompès), sous le nom de *glande péritrachéenne.*

L'ablation de la glande péritrachéenne est beaucoup plus délicate à réaliser. Inclus dans la masse de cette glande, le *corpus allatum* se trouve inévitablement entraîné, mais aucun inconvénient n'en résulte du fait de l'inactivité de cet organe au stade larvaire envisagé. La difficulté consiste essentiellement à isoler totalement le *corpus cardiacum* étroitement solidaire de la glande en anneau et qui doit demeurer en place muni de toutes ses connexions. Seul un contrôle histologique peut permettre d'affirmer qu'aucun élément de la glande péritrachéenne n'a échappé à l'opération.

Une telle ablation, parfaitement réalisée, entraîne une persistance définitive de l'état larvaire de l'animal dans des conditions comparables à celles qui ont été exposées plus haut relativement à l'ablation totale de l'anneau de Weismann.

Dans les cas où, du fait d'une extirpation incomplète, la larve a conservé des fragments même très réduits de la glande péritrachéenne, la formation du puparium et la nymphose suivent leur cours, mais avec un retard plus ou moins notable (1 à 3 jours). Des anomalies peuvent se manifester dans la formation du puparium : durcissement et noircissement de la cuticule larvaire non accompagnés du raccourcissement en tonnelet, modifications tégumentaires elles-mêmes parfois incomplètes et localisées à certains niveaux avec persistance de l'état larvaire à d'autres, etc.

Il peut donc être affirmé que, parmi les constituants de l'anneau de Weismann, seule la glande péritrachéenne induit la formation du puparium et le développement nymphal. Le *corpus cardiacum* ne semble pas intervenir dans le déclenchement de ces phénomènes. Cette conclusion s'accorde avec les données

([3]) *Vidensk. Medd. Dansk. Natur. For.*, **106**, 1942, p. 320-405.
([4]) *Biol. Bull.*, **84**, 1943, p. 127-140.

de M. Vogt établies sur *Drosophila* à la suite d'expériences d'implantation dans des régions postérieures de larves du troisième stade ligaturées, avant la période critique, en arrière de la glande en anneau.

Ces vues ont été confirmées par des expériences d'implantation pratiquées sur des larves *permanentes* obtenues par ablation de l'anneau de Weismann et qui seront ultérieurement décrites.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Oxydation de l'acide β-hydroxybutyrique par un processus microbien.* Note (*) de MM. **Maurice Lemoigne** et **Claude Péaud-Lenoël**, présentée par M. Gabriel Bertrand.

Certaines bactéries comme *Bacillus anthracis*, *Bacillus cereus*, *Bacillus mycoïdes*, *Azotobacter chroococcum* et surtout *Bacillus megatherium*, forment et accumulent d'importantes réserves de lipides donnant par hydrolyse de l'acide β-hydroxybutyrique. Nous avons recherché si cet acide pouvait être métabolisé par ces organismes.

D. E. Green, J. G. Dewan et J. F. Leloir ([1]) en 1937 ont montré, dans le muscle cardiaque des animaux supérieurs, l'existence d'une déshydrogénase qui transforme réversiblement l'acide β-hydroxybutyrique en acide acétylacétique.

Par contre, jamais une réaction analogue n'a été mise en évidence chez les bactéries. Dooren de Jong, en 1926, constate que de rares microbes attaquent faiblement cet acide ([2]). En 1938, W. Franke et W. Peris ([3]), en 1944, W. Franke et A. Schillinger ([4]), employant la méthode des bactéries non proliférantes et la technique de Warburg, montrent que *Bacillus megatherium* est tout à fait incapable d'oxyder l'acide β-hydroxybutyrique.

Nous avons repris cette question avec des techniques analogues pour mesurer l'absorbtion de O_2 et le dégagement de CO_2.

Si les bactéries ne sont pas lavées, le glucose lui-même n'élève la quantité de O_2 fixé, par milligramme de bactéries sèches, que de 33 à 44^{mm^3} par heure. Dans de telles conditions l'acide β-hydroxybutyrique n'a pas d'effet apparent. La respiration endogène masque l'oxydation du substrat.

Si les bactéries sont lavées à fond, sans prendre aucune précaution en ce qui

(*) Séance du 20 avril 1949.

([1]) *Bioch. J.*, 31, 1937, p. 934.

([2]) Doreen de Jong (cité par Stephenson), *Bacterial Metabolism*, London, 2e édit., 1939, p. 190.

([3]) *Biochem. Z.*, 295, 1938, p. 61.

([4]) *Biochem. Z.*, 316, 1944, p. 313.

concerne la température, la respiration endogène est alors très faible, mais l'oxydation de divers substrats, même celle du glucose, reste insignifiante. Ceci explique sans doute les résultats négatifs de W. Franke, W. Peris et A. Schillinger. Par contre si l'on ne fait que trois lavages, ce qui est suffisant pour éliminer les substrats solubles imprégnant les microbes et si l'on opère à température assez basse en faisant les lavages à l'eau glacée, on constate, au contraire, que l'acide β-hydroxybutyrique est nettement oxydé par *Bacillus megatherium*. Ainsi, dans cinq essais, les respirations endogènes et les respirations en présence d'acide β-hydroxybutyrique M/10 étaient, en millimètres cubes de O_2 par milligramme de bactéries sèches, en une heure :

sans substrat	9,2	11,3	9,3	12,5	10,3
avec acide β-hydroxybutyrique	19,0	22,0	22,0	44,0	22,5

Dans le quatrième de ces essais, 26 % de l'acide β-hydroxybutyrique avaient été oxydés en une heure.

Si l'on détermine d'autre part et dans les mêmes conditions les quantités de CO_2 dégagées, on voit que celles-ci sont pratiquement nulles. Voici quatre essais :

sans substrat	6,2	10,1	8,6	6,4
avec acide β-hydroxybutyrique	10,0	9,3	8,9	6,6

Ceci nous conduit à admettre une des deux formules suivantes :

$$(1) \qquad CH_3-CHOH-CH_2-COOH + O = 2\,CH_3-COOH$$

$$(2) \qquad CH_3-CHOH-CH_2-COOH + O = CH_3-CO-CH_2-COOH + H_2O$$

Même en opérant sur une plus grande quantité de microbes et de substrat, il nous a été impossible de mettre en évidence l'acide acétique. La formule (1) n'est donc pas admissible.

Par contre, il a été facile de caractériser et de doser l'acide acétylacétique. Cet acide a été caractérisé par la formation de 2.4-dinitrophénylhydrazone de l'acétone résultant de la décarboxylation de l'acide acétylacétique. Cette hydrazone fondait à 123° et, fondait à la même température en mélange avec la 2.4-dinitrophénylhydrazone de l'acétone pure. De plus en appliquant la méthode de P. Heitzmann ([5]), nous avons constaté par la réaction de Legal que nous avions bien affaire à de l'acide acétylacétique.

L'un de nous avait signalé la présence de l'acétone dans les cultures de *Bacillus megatherium* ([6]) qui provient sûrement de la décarboxylation spontanée

---

([5]) *Ann. I. P.*, 69, 1943, p. 27 et 87.

([6]) M. Lemoigne, *Ann. I. P.*, 41, 1927, p. 148.

de l'acide acétylacétique dont Heitzmann (5) a caractérisé également la présence normale dans ces conditions.

Il est donc facile, en employant la technique des bactéries non proliférantes, de mettre en évidence l'existence d'une déshydrogénase de l'acide β-hydroxybutyrique dans *Bacillus megatherium*, comme Green l'avait fait dans la cellule animale, et contrairement à ce que Franke avait affirmé.

Il reste à déterminer si dans les conditions de vie normale l'acide acétylacétique formé peut être métabolisé par le microbe.

CHIMIE BIOLOGIQUE. — *Transformation de l'acide acétylacétique en acides acétique et butyrique par les suspensions de* Cl. acetobutylicum *et de* Cl. butyricum *var.* saccharobutyricum. Note de M. **Georges N. Cohen** et Mme **Germaine Cohen-Bazire**, présentée par M. Maurice Javillier.

Les auteurs admettent que l'acétylacétate est un intermédiaire dans la formation de l'acétone par les bactéries acétonobutyliques. Johnson, Peterson et Fred (1) l'ont montré avec des suspensions lavées de *Cl. acetobutylicum*. Davies (2) a étudié les caractéristiques de l'enzyme responsable de la décarboxylation de l'acétylacétate. On n'indique pas dans les publications la formation d'acides volatils à partir d'acétylacétate pour les bactéries butyriques. Lehninger (3) note le premier avec *E. coli* une scission hydrolytique enzymatique de l'acétylacétate en deux molécules d'acétate selon $CH_3COCH_2COOH + H_2O \rightarrow 2\,CH_3COOH$.

Le fait que le β-hydroxybutyrate nous donne du butyrate *et de l'acétate* avec toutes les souches que nous avons utilisées (4) nous a incités à chercher si cet acétate ne pouvait pas provenir de la formation intermédiaire d'acétylacétate selon le schéma :

$$\text{(A)} \qquad 2\,CH_3CHOHCH_2COOH \rightarrow 2\,CH_3COCH_2COOH + 4\,H$$

$$\text{(B)} \qquad CH_3COCH_2COOH + H_2O \rightarrow 2\,CH_3COOH$$

$$\text{(C)} \qquad CH_3COCH_2COOH + 4\,H \rightarrow CH_3CH_2CH_2COOH + H_2O$$

La réaction globale (A) + (B) + (C) serait alors

$$\text{(D)} \qquad 2\,CH_3CHOHCH_2COOH \rightarrow CH_3CH_2CH_2COOH + 2\,CH_3COOH.$$

(*) Séance du 2 mai 1949.

(1) *J. biol. Chem.*, **101**, 1933, p. 145.

(2) *Bioch. Journ.*, **37**, 1943, p. 230.

(3) *J. biol. Chem.*, **143**, 1942, p. 147.

(4) G. N. Cohen et G. Cohen-Bazire, *Nature*, London, **162**, 1948, p. 578 et VIIIe Congrès de Chimie biologique. Paris, 1948 (sous presse).

Si cette hypothèse est exacte, on doit trouver avec les suspensions de toutes les souches une hydrolyse de l'acide acétylacétique en acide acétique; on doit pouvoir également trouver des corps qui réduisent l'acétylacétate en butyrate. La première de ces conséquences a été expérimentalement vérifiée. Les suspensions des souches *déficientes Cl. acetobutylicum* PC 48 et L 41, qui ne produisent que de l'acide acétique à partir de pyruvate ([4]), hydrolysent quantitativement l'acide acétylacétique en acide acétique. Les souches *normales* de *Cl. acetobutylicum* FD II et de *Cl. butyricum*, var. *saccharobutyricum* GR_4, qui produisent à partir de pyruvate les acides acétique et butyrique ([4]), donnent à partir d'acétylacétate, outre l'acide acétique, une proportion importante d'acide butyrique, ce qui montre l'existence dans ces suspensions de donateurs d'hydrogène intracellulaires. Ces donateurs ne sont d'ailleurs pas générateurs d'acides volatils par eux-mêmes, les suspensions seules donnant des valeurs d'acidité volatile négligeables.

Volume total, 20^{ml}. pH 7 (tampon phosphates M/15); T : 37°C; temps d'incubation, 20 heures. La quantité d'N bactérien correspondant à la quantité totale de suspension utilisée figure entre parenthèses.

Souche.	Acétylacétate initial. (micromol.).	Acétylacétate consommé. (micromol.).	Acidité volatile totale. (micromol.).	Acide butyrique. (micromol.).	Acide acétique. (micromol.).	Acide butyrique % de l'acidité totale.
PC 48 (4 mgm.)...	1935	796	1482	0	1482	0
PC 48 (4 mgm.)...	1935	819	1274	0	1274	0
GR 4 (7,3 mgm.)..	1935	747	1131	350	781	31
GR 4 (7 mgm.)...	1935	792	1040	374	666	36

Le fait que les souches *normales* réduisent partiellement l'acétylacétate donne à penser qu'en présence d'un substrat réducteur approprié, l'acétylacétate peut donner naissance à des quantités importantes de butyrate. Il est peu vraisemblable que le donateur endogène soit le pyruvate, auquel cas les suspensions seules donneraient une acidité appréciable. Nous avons alors pensé au lactate qui seul n'est pas fermenté ([5]). La différence entre suspensions de souches *normales* et de souches *déficientes* subsiste : le lactate réduit l'acétylacétate de façon importante, mais avec les suspensions *normales* seulement.

On peut envisager soit une réduction directe de l'acétylacétate, soit son hydrolyse préalable en acétate avec formation consécutive de butyrate à partir du couple lactate-acétate, réaction réalisable par les souches normales ([5]).

([5]) G. N. Cohen et G. Cohen-Bazire, *Ann. Inst. Pasteur*, 1949 (sous presse).

Expérience. (Mêmes conditions que précédemment.)

Souche.	Lactate initial. (micromol.).	Acétylacétate initial.	Acétylacétate consommé. (micromol.).	Acidité volatile totale.	Acide butyrique.	Acide acétique. (micromol.).	Acide butyrique % de l'acidité totale.
PC 48 (4 mgm.) ...	0	1935	796	1482	0	1482	0
	2000	1935	579	1040	0	1040	0
GR 4 (7 mgm.).....	0	1935	792	1040	374	666	36
	2000	1935	487	949	617	332	65
GR 4 (7 mgm.)	0	1935	835	1378	372	1006	27
	2000	1935	912	1170	772	398	66
GR 4 (7,3 mgm.) ..	0	1935	747	1131	350	781	31
	2000	1935	618	949	560	389	59

D'après nos bilans expérimentaux, il s'agit principalement d'une réduction directe de l'acétylacétate en butyrate. En effet, si l'acétylacétate était préalablement hydrolysé, il donnerait deux molécules d'acétate par molécule. Pour des quantités constantes de lactate, on devrait donc obtenir moins de butyrate en présence d'acétylacétate qu'en présence d'acétate. Or, alors que le couple lactate-acétate fournit un mélange d'acides acétique et butyrique dans lequel la proportion d'acide butyrique varie de 33 à 50 % ([5]), le couple lactate-acétylacétate donne de 59 à 66 % de butyrate. Nos expériences laissent entendre que l'acétylacétate est non seulement un intermédiaire dans la formation de l'acétone, mais aussi dans la synthèse des corps en C_4 ([6]).

TOXICOLOGIE CELLULAIRE. — *Sur les actions toxiques des isomères de l'hexachlorocyclohexane.* Note de Mlle **Hélène Poussel**, transmise par M. Robert Courrier.

Nous avons appliqué à l'étude des actions toxiques des isomères α, γ et δ de l'hexachlorocyclohexane, la méthode générale basée sur l'emploi de la notion de seuil d'activité thermodynamique [Gavaudan, Dodé, Poussel ([1]), Gavaudan ([2]), Poussel ([3]) et ([4])]. Les activités étaient déterminées d'après

---

([6]) Ceci en accord avec les résultats de Wood, Brown et Werkman (*Arch. Biochem.*, 6, 1945, p. 243).

([1]) *Mémor. Industr. Chim. de l'État*, **31**, 1944, p. 384-420.

([2]) *Pharmacodynamie de l'inhibition de la caryocinèse* (*Thèse État Pharmacie*, 1945, p. 1-337, Paris).

([3]) et ([4]) *Gall. Biol. Acta*, **1**, 1948, p. 11-23, et **1**, 1948, p. 114-119.

les solubilités mesurées selon une technique antérieurement utilisée par nous ([2]) et ([3]). Les tests employés étaient un insecte aquatique, le notonecte, et un crustacé d'eau douce, la daphnie. Nous examinerons les points suivants : 1° la toxicité comparée des isomères; 2° le renforcement ou l'abaissement de toxicité par modification du milieu; 3° le problème du mécanisme d'action.

1° Par exemple, dans une série d'expériences sur la daphnie (mortalité de 100 %), on a obtenu ces résultats : α, saturation, 50 heures; δ, activité 0,05, 48 heures; γ, activité 0,001, 30 heures. Les seuils sont : $\alpha = 0{,}10$; $\delta = 0{,}02$; $\gamma = 0{,}0005$. L'isomère γ est le plus actif, ici, comme dans diverses observations classiques. Dans le tableau suivant, nous résumons diverses données relatives à la toxicité des trois isomères (activités thermodynamiques).

	Activités seuils		
Phénomènes toxiques.	α.	γ.	δ.
Lyse *Glaucoma piriformis* ([5])	1	1	1
Arrêt de croissance *Glaucoma piriformis* ([5])	–	1	0,33
Bloquage mitose, *Psammechinus* ([6])	–	1	1
» *Paramæcium* ([7])	–	0,10–1	–
» *Allium* ([8])	–	1	–
» *Triticum* ([9])	1	0,10	0,10
Paramécies polynucléées ([7])	–	0,05–0,10	–
Sensibilité de 11 souches bactériennes ([10])	–	–	1
Excitation muscle dorsal de sangsue ([9])	–	0,20	–
Mort de la daphnie ([9])	0,10	0,0005	0,02
Mort du notonecte ([9])	0,5	0,0005	–

On voit qu'à part les actions exercées sur la daphnie et le notonecte, les phénomènes toxiques se passent dans la marge d'activité des toxiques indifférents ([1]), ([2]), ([3]), ([4]). D'après quelques auteurs et dans des cas spéciaux l'isomère δ a été considéré comme le plus toxique, mais ces auteurs paraissent avoir opéré à saturation.

2° Facteurs synergiques ou antagonistes. Nous avons associé l'action de l'isomère γ, le plus actif, à celle de l'isomère α moins actif ou à celle de substances atoxiques ou peu toxiques. L'acénaphtène et l'azobenzène renforcent

---

([5]) P. Chaix, L. Lacroix et Cl. Fromageot, *Bioch. Bioph. Acta*, 2, 1948, p. 57.
([6]) P. Chaix et L. Lacroix, *Bioch. Bioph. Acta*, 2, 1948, p. 86.
([7]) L. Lloyd, *Nature*, **159**, 1947, p. 135; **162**, 1948, p. 188.
([8]) N. Nybom et B. Knutsson, *Hereditas*, 33, 1947, p. 220.
([9]) Résultats personnels.
([10]) Cl. Fromageot et M. Confino, *Bioch. Bioph. Acta*, 2, 1948, p. 142.

l'action de l'isomère γ sur le notonecte; l'octochlorocyclohexane (F 147°) et l'isomère α de l'hexachlorocyclohexane renforcent l'action de l'isomère γ sur la daphnie.

D'autre part, un abaissement de température de 10° a abaissé la toxicité d'environ trois fois (notonecte). Enfin, les sels de calcium (daphnie et notonecte), ont abaissé notablement la toxicité du D. D. T. et de l'isomère γ (observation analogue à celle de Gordon et Welsh avec le D. D. T [sur le nerf d'écrevisse ([11])].

3° On voit qu'un certain nombre des actions toxiques des isomères de l'hexachlorocyclohexane s'exercent dans la marge d'activité des narcotiques indifférents (inhibitions de croissance ou de division cellulaire, certains phénomènes d'excitation). Le mécanisme de la toxicité semble banal et relever d'une action du type purement physique (en milieu lipoïdique); ceci exclut toute idée d'antagonisme entre l'isomère γ et le mésoinositol, ainsi que nous l'avons antérieurement souligné ([4]).

D'autre part, les symptômes d'excitation et l'action antagoniste des sels de calcium rapprochent l'isomère γ du D. D. T. L'isomère γ serait toutefois un excitant du système nerveux plus spécifique que le D. D. T., dont l'action semble physique.

La basse activité thermodynamique seuil de l'isomère γ suggère ou bien qu'il ne s'agit pas d'une simple action du type physique indifférent, ou bien que la toxicité est due à des particularités de la physiologie nerveuse des arthropodes.

La séance est levée à 16h.

L. B.

([11]) *Journ. of. cell. and compar. physiol.*, 31, 1948, p. 395-419.

ERRATA.

(*Comptes rendus* du 28 mars 1949.)

Note présentée le même jour, de M. *Dov Tamari*, Caractérisation des semi-groupes à un paramètre :

Page 1092, 25e ligne, *au lieu de* $I \times I$ *sur* I, *lire* $I \times I$ *dans* I.
» » 26e ligne, *au lieu de* $+\infty$), *lire* $+\infty$)).
» 1093, 1re ligne, *au lieu de* semi-groupe d'intervalle, *lire* semi-groupe.
» 1094, 1re ligne, *au lieu de* i), k, *lire* i, k.

(*Comptes rendus* du 4 avril 1949.)

Note présentée le même jour, de M. *Dov Tamari*, Groupoïdes reliés et demi-groupes ordonnés :

Page 1185, 20e ligne, au lieu de *droite* $a\chi(a)$, lire *droite* $\chi(a)$.
» 1186, 14e ligne, *au lieu de* $ab' = cd'$, *lire* $ab' < cd'$.

(*Comptes rendus* du 25 avril 1949.)

Note présentée le même jour, de MM. *Raoul Lecoq*, *Pierre Landrin* et *Jean Solomidès*, Mesure comparative du pouvoir bactériostatique des six dinitrophénols isomères :

Page 1386, dernière ligne du 2e tableau, *au lieu de*

Staphylocoque doré.................... 1/100 000

lire

Staphylocoque doré.................... 1/ 10 000